

SÉRIE A 574.

N° D'ORDRE

1303

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

HENRY HUBERT

BREVETÉ DE L'ÉCOLE-COLONIALE
ADMINISTRATEUR-ADJOINT DES COLONIES
CHARGÉ DE MISSION AU DAHOMÉY

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE
DU DAHOMÉY.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 3^e Juin 1908 devant la Commission d'Examen

MM. G. BONNIER	} <i>Président.</i>
VÉLAIN	
MICHEL	

Examineurs.

PARIS

ÉMILE LAROSE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

11, rue Victor-Cousin, 11

1908



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41551407_0038

**CONTRIBUTION
A L'ÉTUDE DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE
DU DAHOMEY**

SÉRIE A 374.

N° D'ORDRE

1303

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

HENRY HUBERT

BREVETÉ DE L'ÉCOLE COLONIALE
ADMINISTRATEUR-ADJOINT DES COLONIES
CHARGÉ DE MISSION AU DAHOMÉY

1^{re} THÈSE. — CONTRIBUTION A L'ÉTUDE DE LA GÉOGRAPHIE PHYSIQUE
DU DAHOMÉY.

2^e THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 25 Juin 1908 devant la Commission d'Examen



MM. G. BONNIER	<i>Président.</i>
VÉLAIN	} <i>Examineurs.</i>
MICHEL	

PARIS

ÉMILE LAROSE, LIBRAIRE-ÉDITEUR

11, rue Victor-Cousin, 11

1908

FACULTÉ DES SCIENCES DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

MM.

Doyen..... P. APPELL, *Profess.* Mécanique rationnelle.

Doyen honoraire G. DARBOUX. — Géométrie supérieure

Profess. honoraires.. { L. TROOST.
Ch. WOLF
J. RIBAN.

Professeurs { LIPPMANN Physique
BOUTY..... Physique.
BOUSSINESQ Phys.mathém. et calcul des probabilités
PICARD Analyse supér. et algèbre supérieure.
H. POINCARÉ..... Astronomie mathém. et mécan. céleste.
Y. DELAGE Zoologie,anatomie,physiologie compar.
G. BONNIER Botanique.
DASTRE Physiologie
DITTE Chimie.
GIARD..... Zoologie, Évolution des êtres organisés.
KOENIGS..... Mécanique physique et expérimentale.
VÉLAIN..... Géographie physique.
GOURSAT..... Calcul différentiel et calcul intégral.
CHATIN..... Histologie.
PELLAT Physique.
HALLER..... Chimie organique.
JOANNIS..... Chimie (Enseignement P. C. N.).
JANET..... Physique — —
WALLERANT..... Minéralogie.
ANDOYER..... Astronomie physique.
PAINLEVE..... Mathématiques générales.
HAUG Géologie.
TANNERY..... Calcul différentiel et calcul intégral.
RAFFY Application de l'analyse à la géométrie.
HOUSSAY..... Zoologie.
H. LE CHATELIER. Chimie.
N..... Chimie biologique,
N..... Zoolog.,anatomie, physiolog. comparée.
N..... Physique.

Professeurs-adjoints. { PUISEUX Mécanique et astronomie.
LEDUC..... Physique.
HADAMARD..... Calcul différentiel et calcul intégral.
MATRUCHOT..... Botanique;
MICHEL Minéralogie.
DAGUILLON Botanique.
BOUVEAULT..... Chimie organique.
BOREL Théorie des fonctions.
G. PRUVOT Anatomie comparée.
CAULLERY..... Zoolog. (Evolution des êtres organisés).

Secrétaire..... A. GUILLET.

A

M. A. LACROIX

MEMBRE DE L'INSTITUT

PROFESSEUR AU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

A

M. V. LIOTARD

GOUVERNEUR DE 1^{re} CLASSE DES COLONIES

LIEUTENANT-GOUVERNEUR DE LA GUINÉE FRANÇAISE

Témoignage d'affectueuse reconnaissance.

INTRODUCTION

A mon arrivée au Dahomey, où j'étais appelé à servir, M. le Gouverneur Liotard voulut bien me charger d'une mission scientifique dont l'objet principal était l'étude des formations géologiques et des ressources minérales de la colonie dont il avait la haute direction. Ce sont les résultats de cette mission qui font l'objet du présent mémoire.

Afin de réaliser autant que possible un travail aussi important que celui qui m'était confié, j'ai effectué, pendant deux années consécutives (août 1904-août 1906), une série de voyages à l'intérieur de notre possession. Ayant intérêt à connaître un très grand nombre de localités, je me suis attaché à choisir des itinéraires déterminant sur la carte une série de polygones autour des nombreux endroits demeurés inaccessibles. D'ailleurs, par de fréquentes reconnaissances à l'intérieur de ces polygones, j'ai pu, soit vérifier l'identité de leurs formations avec celles de la périphérie, soit connaître la nature des variations dans la constitution du sol.

J'ai choisi comme sommets de ces polygones tous les accidents orographiques que j'ai pu atteindre, car outre l'avantage qu'ils présentaient de pouvoir être relevés avec précision, ils étaient susceptibles de fournir souvent le maximum de renseignements sur la constitution géologique d'un pays où les vallées sont parfois recouvertes de formations détritiques puissantes.

Enfin, cette méthode de recherches a permis d'obtenir une sorte de « triangulation géologique », pouvant servir de base à des recherches de détail.

Dès le début, j'avais prévu quatre voyages successifs (1) :

Premier voyage. — Régions de Paouignan, Savé, Acalampa et Djaloucou (Durée trois mois et demi).

Deuxième voyage. — Haut-Dahomey (Djougou, Gourma, Say, Moyen-Niger, Borgou) et partie des Territoires Militaires, sur le Niger (Durée 10 mois) (2).

Troisième voyage. — Recherches le long de la côte, et dans les régions les plus mal connues de la colonie (pays des Sahoués, des Tchis, des Oués ; régions de Tchetti, Doumé, Ouari-Marot ; partie occidentale du pays Soumba ; région de l'Ocpara et pays des Hollis (Durée 6 mois).

Quatrième voyage. — Dahomey proprement dit, c'est-à-dire région comprise entre la côte, l'Ouémé, le Zou et le Couffo (Durée 1 mois).

Tombé malade au cours de mon troisième voyage, je me suis trouvé dans la dure obligation de m'arrêter, puis de rétrograder au moment où je me dirigeais sur Ouari-Marot. L'ampleur qu'il conviendrait de donner dans ce mémoire à certaines parties s'en trouvera fatalement diminuée. Cependant, j'ai été assez heureux pour pouvoir me remettre en route avant de quitter la colonie et visiter la région de Zagnanado, ce qui m'a permis de relier mes précédents itinéraires à la région orientale du Bas-Dahomey.

Ces voyages successifs, dont la longueur totale est d'environ 7.000 kilomètres, permettent de limiter avec toute la précision désirable les grandes divisions naturelles de la colonie. C'est pourquoi je me crois autorisé, au cours de ce travail, à grouper mes observations et à aborder directement l'étude de chacune de ces divisions, plutôt que de décrire minutieusement tous les itinéraires qui se recoupent, ce qui exposerait à de nombreuses redites.

Ce travail repose sur la rédaction de notes prises sur place et sur la description de nombreux échantillons (un millier environ) que j'ai recueillis et dont j'ai entrepris l'étude au laboratoire

1. Les itinéraires suivis sont indiqués sur la carte au 1/1.250.000.

2. Depuis mon retour en France, les cercles du Gourma et de Say ayant été rattachés à la colonie du Haut-Sénégal et Niger, il se trouve que mes itinéraires ont de beaucoup dépassé les limites actuelles du Dahomey et Dépendances.

de Minéralogie du Muséum national d'Histoire Naturelle. En outre sont annexés quelques-uns des levés, profils, plans et coupes exécutés en cours de route, auxquels sont venus s'ajouter une série de photographies inédites.

Le développement de cette étude comporte trois grandes divisions.

La PREMIÈRE PARTIE est une description géographique sommaire dont le but est de faciliter l'intelligence du sujet traité.

La SECONDE PARTIE comprend exclusivement la géographie physique, la géologie et la minéralogie, ainsi que des sciences annexes (météorologie, pétrographie, etc.). Répondant à un vœu qui m'a été fréquemment exprimé au cours de mes déplacements, l'examen des phénomènes actuels occupe ici une place très importante.

Cette étude ne m'aurait point paru complète si je n'avais essayé de montrer tout le parti qu'on peut déjà tirer de la connaissance, même relative, du milieu ainsi défini. C'est pourquoi dans une TROISIÈME PARTIE, j'ai cru devoir indiquer l'influence *directe* exercée par les éléments de ce milieu sur les êtres vivants qui s'y sont développés. Deux exemples typiques ont été choisis : d'une part, la répartition de quelques espèces végétales très abondantes ; d'autre part, l'énumération des races humaines et la distribution géographique des groupements qu'elles forment.

A ce travail est annexée une carte géologique au 1/1.250.000. Les formations constatées au cours de mes itinéraires sont seulement indiquées. C'est pourquoi on remarquera de grands espaces laissés en blanc. En outre, des régions entières ont été recouvertes d'une teinte uniforme alors que de nombreux accidents géologiques s'y rencontrent ; on ne saurait cependant me faire grief de ne pas avoir déterminé ces derniers : mon but ayant été de connaître, *dans toute la colonie*, la nature et l'importance des formations géologiques principales. Ceux qui savent ce que sont deux années consécutives de route dans la brousse m'excuseront de n'avoir pas poussé plus avant les recherches de détail.

D'ailleurs, dans les parties mêmes que parcourues avec le plus de soin, je ne me dissimule pas qu'il y a d'énormes lacunes à combler. Aussi le présent travail n'est-il qu'une première esquisse

à grands traits, relative à la géographie physique, à la géologie et à la minéralogie du Dahomey. Puisse-t-il éviter à ceux qui voudront s'intéresser plus tard à ces questions les recherches aventureuses et souvent ingrates auxquels il faut s'astreindre dans les pays où les études de ce genre n'ont jamais été abordées.

Je tiens à exprimer mes respectueux remerciements à M. Millès-Lacroix, Ministre des Colonies, à M. le Gouverneur général Roume, à M. le Gouverneur général p. i. Merlin, qui ont bien voulu s'intéresser à mes travaux et m'ont autorisé à terminer mes recherches en France ; — à M. Binger, directeur des Affaires d'Afrique ; — à M. Vassell, directeur des Affaires administratives au Ministère des Colonies, qui, pendant mon séjour en France, se sont employés, avec leur bienveillance habituelle, à me faciliter la tâche que j'avais entreprise.

Aux Colonies, M. le Gouverneur Liotard, à l'initiative duquel je dois d'avoir été mis en mission, n'a cessé de m'entourer de la plus affectueuse sollicitude ; après m'avoir accordé la plus entière liberté d'action, il a toujours suivi avec grand intérêt mes recherches, et m'a constamment prodigué les encouragements les plus bienveillants, les conseils les plus éclairés et les plus précieux. Ce n'est pas sans un souvenir ému que je prie ce haut fonctionnaire de vouloir bien trouver ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Après lui, M. le Secrétaire général Lhuerre a mis tout en œuvre pour la réussite de ma mission. Puis M. le Gouverneur Marchal a bien voulu me réserver le meilleur accueil, dans le temps très court pendant lequel j'ai servi sous ses ordres.

Il m'est malheureusement impossible de citer les fonctionnaires du Dahomey qui se sont employés pour aplanir les difficultés de ma tâche, car il faudrait les citer tous. Partout, toujours, en toute occasion, j'ai reçu d'eux l'accueil le plus cordial et le plus empressé et ils ont mis à ma disposition tous les éléments susceptibles de rendre plus fructueuses mes recherches. Je suis heureux de pouvoir exprimer à mes supérieurs et à mes camarades, dont beaucoup sont devenus mes amis, l'expression de ma profonde gratitude.

Je dois encore mes remerciements bien sincères : à MM. les officiers du 3^e territoire militaire, à la tête desquels était, lors de mon passage à Niamey, M. le Commandant Froment ; — à M. le Colonel Guyon, à MM. les Commandants Sou et Cambier, à M. le Capitaine Fourn, et à MM. les officiers du chemin de fer, qui ont bien voulu me donner de très précieux renseignements et m'ont souvent communiqué, avec une libéralité à laquelle je suis heureux de rendre hommage, les beaux travaux qu'ils ont accomplis au Dahomey.

Enfin je remercie de tout cœur MM. Drot, Michaut et E. Poisson des observations de grande valeur qu'ils m'ont si aimablement fournies et dont j'ai pu tirer parti au cours de mes déplacements.

Pendant les années que j'ai passées à son laboratoire du Muséum, et pendant celles que j'ai vécues en Afrique, mon maître, M. A. Lacroix, m'a comblé de toutes les marques d'une sympathie dont je suis particulièrement fier. Avec une inlassable sollicitude, il n'a regardé ni à son temps ni à sa peine pour me faire profiter de ses si précieux enseignements et pour aplanir les difficultés de tout ordre qui n'ont pas manqué de surgir au cours de ce travail.

C'est pour moi un devoir bien agréable à remplir que de pouvoir, après tant d'autres, renouveler à M. A. Lacroix l'expression de mon admiration et de ma reconnaissance profonde.

Je suis également extrêmement reconnaissant à mon maître M. Ch. Vélain, toujours si accueillant, si bienveillant, qui m'a prodigué, dans son laboratoire de la Sorbonne, les excellents conseils de sa haute expérience scientifique et dont l'inépuisable bonté ne s'est pas démentie un seul instant à mon égard ; — à M. Berget, mon maître également, qui a bien voulu s'intéresser d'une façon toute spéciale à mes travaux, et dont les savantes observations m'ont été si profitables.

Au Muséum d'Histoire naturelle, M. le docteur Hamy, M. Boule et son distingué collaborateur M. Thévenin, M. Bouvier, M. Joubin et M. Chevalier m'ont toujours réservé le plus flatteur accueil.

J'ai eu souvent recours à leur si grande obligeance et ils m'ont

toujours fourni les plus utiles et les plus précieux renseignements. En même temps que je suis heureux de leur exprimer ma bien sincère gratitude, je me fais un très agréable devoir d'associer à leur nom celui de M. Ed. Perrier, directeur du Muséum, qui s'est toujours si vivement intéressé à mes travaux, et dont les marques d'attention m'ont si profondément touché.

A l'Ecole des Mines, M. H. Douvillé a bien voulu examiner avec grande attention les échantillons de fossiles que j'avais rapportés. Je lui suis très reconnaissant des indications si utiles dont il m'a fait profiter.

Je remercie encore bien vivement M. Bouquet de la Grye, M. Michel-Lévy, — qui succède aujourd'hui au Collège de France à mon regretté maître M. Fouqué —, pour les si précieux encouragements qu'ils m'ont donnés et pour l'intérêt qu'ils ont bien voulu prendre à mes travaux.

Enfin je tiens à exprimer mes plus affectueux remerciements à MM. Arsandaux et Brongniart dont les judicieuses observations au cours de mes recherches au laboratoire du Muséum d'Histoire Naturelle ont été pour moi d'un si grand profit ; — à M. Meunier, qui a mis spontanément à ma disposition sa belle carte du Dahomey ; — à M. R. Delaune, qui m'a apporté pour la correction des épreuves de ce travail la contribution de ses connaissances si étendues et de sa si bonne amitié.

Les difficultés matérielles ne sont pas les moindres de celles que j'ai rencontrées au cours de ce travail.

Je tiens à exprimer à M. Millès-Lacroix, ministre des Colonies, à M. le Gouverneur général p. i. Merlin, à M. le Gouverneur Liotard, à M. le Gouverneur Malan, à M. le Gouverneur p. i. Van Vollenhoven, mes respectueux remerciements pour avoir bien voulu s'employer à faciliter la publication de ce mémoire.

Dans le même but, l'Association française pour l'Avancement des Sciences a bien voulu m'honorer d'une subvention. Je suis heureux de pouvoir présenter à son président, M. Appell et à son secrétaire général M. Desgrez, l'expression de ma très vive gratitude.

La Société de Géographie, qui a décidé de prendre à sa charge les frais de la carte géologique du Dahomey, m'a fait le grand honneur de m'attribuer pour 1908 le prix E. Potron, dont j'ai pu consacrer le montant à couvrir certains frais d'impression. C'est pour moi une bien vive joie que de pouvoir exprimer à M. le docteur Hamy, Président de la Société de Géographie, à MM. de Laparent, G. Marcel, de Margerie, Hulot et Ch. Rabot mon entière reconnaissance pour toutes les marques de sympathie et les si flatteurs encouragements qu'ils m'ont fréquemment donnés.

Auparavant, le laboratoire de Minéralogie du Muséum et le laboratoire colonial du Muséum avaient largement facilité mes recherches en faisant tailler, à leurs frais, un certain nombre de plaques minces des échantillons recueillis. Je suis heureux de pouvoir ajouter le nom de M. Achalme, qui dirige le dernier de ces laboratoires, à la liste de tous ceux auxquels j'ai tenu à adresser mes bien sincères remerciements.

PREMIÈRE PARTIE

APERÇU GÉOGRAPHIQUE

I

TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE

§ 1

POSITION. LIMITES. SUPERFICIE

La colonie du *Dahomey et Dépendances*, rattachée depuis le le décret du 1^{er} octobre 1902 au Gouvernement général de l'Afrique occidentale française, comprend l'ensemble des territoires situés entre le golfe de Bénin, au sud ; la colonie allemande du Togo, à l'ouest ; le Haut-Sénégal et Niger, au nord ; la Nigeria (colonie anglaise), à l'est.

Les frontières continentales ne sont pas toutes définitivement fixées. Ainsi celle commune au Dahomey et Dépendances et aux Territoires Militaires du Soudan était formée autrefois par le Niger et par une ligne purement conventionnelle qui contournait les cercles de Say et du Gourma. Le décret du 2 mars 1907 ayant rattaché à la colonie du Haut-Sénégal et Niger ces deux derniers cercles, la frontière se trouve reportée à une ligne qui suit encore le Niger sur une moindre longueur et correspond ensuite en grande partie au versant nord de l'Atacora, mais pour de nombreuses raisons, son tracé demeure purement théorique.

Quant à la frontière franco-allemande, établie par la convention du 9 juillet 1897 et délimitée par la mission Plé en 1898-1900, elle sera probablement bientôt l'objet d'une rectification complète.

La colonie du Dahomey et Dépendances est formée par la réunion de certains royaumes (Dahomey, Porto-Novo, Borgou) et de territoires indépendants (Nagos, Sahoués, etc.) ressortissant à la même direction administrative. Elle est aujourd'hui divisée en onze cercles (Porto-Novo, Cotonou, Ouidah, Mono, Allada, Abomey, Zagnanado, Savalou, Djougou, Borgou, Moyen-Niger) (1).

Notre première installation dans le pays remonte à 1671, époque à laquelle d'Elbée put s'installer à Ouidah, mais notre domination, qui débuta par la conquête du royaume du Dahomey (1892-1894), ne fut complètement établie dans le nord qu'à la fin de 1897.

Avant le décret de 1907, la superficie de notre colonie, évaluée d'après la carte de l'Etat-Major des troupes de l'Afrique occidentale, à l'échelle du $\frac{1}{1.000\ 000}$ était de 166.000 kilomètres carrés à 4.000 kilomètres carrés près (2). Il faut maintenant diminuer ce chiffre d'environ 67.000 kilomètres carrés.

1. Au cours de ce travail, le terme Dahomey sera employé non pas pour désigner seulement l'ancien royaume de ce nom, mais la colonie tout entière, telle qu'elle est depuis le décret du 2 mars 1907, et, souvent aussi, par extension, la colonie telle qu'elle se trouvait auparavant. Dans ce dernier cas cependant j'emploierai plus volontiers l'expression territoires parcourus.

2. *Journal Officiel de l'A. O. F.* Dakar, 1906.

§ 2

RELIEF (1)

Ainsi que l'indiquent leurs limites artificielles avec les colonies étrangères voisines, les territoires parcourus sont loin de former un ensemble homogène et indépendant. Déjà par leur constitution géologique ils appartiennent au groupe extrêmement vaste des pays de la Boucle du Niger, caractérisés, au moins jusqu'au 15^e parallèle, par l'abondance des formations cristallines (roches éruptives et métamorphiques).

Ces pays sont dans leur ensemble occupés par des surfaces à peu près planes, très étendues (dont l'altitude n'atteint jamais 500 mètres), au milieu desquelles se dressent de petites hauteurs isolées ou des massifs de médiocre importance ; quelques chaînes seulement ont des hauteurs atteignant 1.000 mètres au-dessus du niveau de la mer, chiffre qui semble n'être pas dépassé.

L'orographie de la Boucle du Niger est encore trop imparfaitement connue pour qu'il soit possible d'en analyser les grandes lignes. Je me contenterai donc des idées générales indiquées ci-dessus et j'aborderai maintenant les grands traits du relief des pays parcourus. On remarquera tout d'abord qu'en raison de la configuration particulière de cette colonie tous les caractères du relief de la Boucle du Niger y seront représentés.

D'une manière générale entre l'Océan et le 14^e parallèle, le sol s'élève au Dahomey par une pente très faible, et assez régu-

1. La méthode tout à fait spéciale suivant laquelle j'ai combiné mes itinéraires me permet d'aborder dans son ensemble l'étude du relief de la colonie.

lière, depuis la mer jusqu'au parallèle de Bouay, latitude où il atteint environ 400 mètres d'altitude. A partir de ce parallèle il s'incline doucement vers le N.-E. pour tous les pays à l'est de l'Atacora. Parmi les pays situés à l'ouest de ce massif, je n'ai parcouru que le Gourma où le sol s'incline également de part et d'autre du 12^e parallèle.

Cette allure générale du terrain, combinée avec les hauteurs de l'Atacora, détermine ainsi les trois grands versants, mais elle ne présente aucun rapport avec le système orographique de la colonie, qui semble tout entier dominé par l'Atacora. Ce massif, sans doute le plus long de l'Afrique occidentale, prend naissance dans le Gold-Coast, au nord d'Accra, et traverse successivement le Togo et la partie septentrionale du Dahomey ; ses dernières rides vont s'effacer sur la rive gauche du Niger.

D'orientation N.-S. dans sa partie méridionale, l'Atacora s'incurve vers le 10^e parallèle et prend peu à peu une direction N. N. E.-S. S. W. qu'il conserve. Sa longueur totale, *au Dahomey*, est de près de 400 kilomètres ; quant à sa largeur, extrêmement variable, elle est comprise entre 5 et 80 kilomètres.

Or, presque tous les accidents orographiques de la colonie, au sud et à l'est de l'Atacora, ont la même orientation que lui. Seuls font exception à cette règle les plateaux gréseux entamés par le Niger, qui d'ailleurs ne présentent pas de direction propre.

Les premiers accidents parallèles à l'Atacora commencent à environ 150 kil. de la côte et s'étendent jusqu'au voisinage de Kandi. Ce sont de petits chapelets de hauteurs ou de petits massifs isolés. Au sud, dans le cercle de Savalou, ils forment tout d'abord un faisceau compact de lignes parallèles (chaînes de Baffo, des Dassas, de Fita, de Badagba, de Savalou) ; puis, à mesure qu'on s'avance vers le nord, ils sont plus isolés : monts de Savé, chaîne de Caboua à Ouocpo, hauteurs de Djaloucou, Tchetti, Canaon, Banté, Pira, etc. ; et, plus au nord : les monts Delcassé, les monts d'Ouari-Marot, de Kidaroupérou, d'Ouénoubérou, de Sinendé, etc.

Quant à la partie septentrionale de la colonie, elle est occupée, le long du Niger, par des plateaux étendus, et, à l'ouest de l'Atacora, par une vaste plaine que couronne un plateau allongé (Mad-

jori), et quelques petits massifs, dont le plus important, de beaucoup, se trouve dans la région de Pama.

Tous ces accidents ont une altitude très faible qui n'atteint pas 800 mètres pour les points les plus élevés (Atacora). Quant à la hauteur de commandement, elle est toujours inférieure à 300 m.

HYDROGRAPHIE

FLEUVES ET RIVIÈRES

Les trois versants déterminés par la pente générale des terrains permettent aux eaux de s'écouler soit directement dans l'Atlantique (Ouémé, Couffo, Mono), soit dans le Niger, soit dans la Volta.

Les deux lignes de partage des eaux :

1° Du Niger et de la Volta

2° du Niger et de l'Ouémé,

ne sont nullement constituées par des barrières orographiques, mais par des dénivellations très faibles, ce qui est du reste normal.

A) *Le Niger et ses affluents.* — On possède aujourd'hui de nombreuses descriptions du Niger. Sur les 4.000 kilomètres de son cours, je n'en ai guère connu que 360 : de Sansan-Haoussa à Gaya. A Say, sa largeur moyenne est de 450 mètres, elle est exceptionnellement de 600 entre Carimama et Gaya. Elle augmente d'un tiers environ aux crues, mais peut doubler dans certains points. La direction générale du fleuve est N. N. W.-S. S. E., avec, entre Kirtachi et Bikini, une série de coudes brusques auxquels M. le Commandant Lenfant (1) a donné le nom de W. Dans la partie considérée, les affluents de la rive gauche, autrefois importants, sont aujourd'hui à sec : c'est ce qu'on appelle les dallols. Nous n'aurons pas à nous en occuper, puisqu'ils sont en dehors de mes itinéraires. Quant à ceux de la rive droite, dans les territoires que j'ai parcourus, ce sont :

1. Lenfant, *loc. cit.*



LE PIC DE LOSSI (Monts de Savalou).

Cliché H. Hubert



PAYSAGE AU VOISINAGE DE PARAHONÉ

Photographie prise du plateau dominant les plaines du Mono.

Cliché H. Hubert.

La Sirba (300 kil.) (1) grossie du Fogo, qui prend sa source dans la région de Couala, et se termine à Talé en aval de Sorbo-Haoussa ;

Le Goroubi (250 kil.) qui viendrait de la région comprise entre Bogui et Namougou (Gourma), et se jetterait dans le Niger en face de Sounga ;

Le Diamangou (50 kil.) dont la source se trouverait à l'ouest de Botou et le confluent en face de Kirtachi ;

La Tapoa (200 kil.) qu'on suppose issue d'un petit ruisseau situé près de Piéga (Gourma) et qui se jette dans le Niger au sommet de la première branche descendante du W ;

La Meckrou, qui vient de Nioro, suit le versant oriental de l'Atacora et finit en aval de Bikini ;

L'Alibory ou Karguigorou (250 kil.), grossi du Sué, formé de la réunion de rivières nées dans la région de Sinendé, et qui débouche dans le Niger à Molla, en aval de Carimama ;

Le Sota ou Kakigorou (125 kil.) formé de la Bouly (130 kil.) [source près de Baobra (2) ou de Sikouro (3)] et du Tansinet (140 kil., source près de Kalé). L'embouchure du Sota se trouve en face Gaya.

Enfin l'Oly (100 kil. en territoire français) qui prend naissance près de Choria pour finir dans la Nigeria.

Le cours de tous ces affluents est extrêmement mal connu. Pour un certain nombre d'entre eux, on ne possède guère avec précision que leurs points d'intersection avec les routes, et celles-ci sont d'autant plus rares qu'on s'avance d'avantage vers le Nord.

B) *Les affluents de la Volta.* — On sait aujourd'hui que la rivière Yanga (600 kil.), dont la source est près de Tangai, est un tributaire de la Volta blanche. Une très faible partie de son cours traverse notre colonie (125 kil. environ). Elle est grossie de la Pendjari (200 kil.), importante rivière qui lui apporte les eaux

1. Ces chiffres sont très approximatifs, un certain nombre d'entre eux même sont douteux, puisque le cours de ces rivières n'a pas été relevé. Ils ne sont donnés ici que comme indications.

2. Drot. *loc. cit.*, p. 271.

3. On n'est pas d'accord sur l'origine de la Bouly. La seconde hypothèse me paraît plus justifiée.

du versant occidental de l'Atacora, où elle prend naissance (source du sud de Toukountouna). La Pendjari est alimentée à son tour par un certain nombre de cours d'eau drainant toute la partie méridionale du Gourma, et dont le principal est la Tiounga (100 kil.).

C) *Cours d'eau du versant méridional.* — Les cours d'eau du Bas-Dahomey sont répartis en trois bassins très inégaux : celui de Mono, celui du Couffo et celui de l'Ouémé.

Le Mono (350 kil.) prend naissance en territoire allemand, au sud-est de Bafilo. En aval de Sagada, à partir d'un point qui demeure encore l'objet de contestations, jusqu'à son embouchure, il sert de limite commune au Togo et au Dahomey. Il n'a pas d'affluents importants.

Le Couffo (125 kil.) vient des environs d'Agouna. Comparativement aux autres, c'est une rivière de peu d'importance qui se jette dans le lac Ahé.

L'Ouémé (450 kil.) prend naissance au pied de l'Atacora, près de Soriba, et se dirige vers l'est, puis il s'incurve rapidement pour adopter une direction sensiblement N.-S. qu'il conserve. A environ 40 kil. de la côte, au voisinage de Dogba, il forme un delta allongé dont l'une des branches, le Sô, débouche dans le lac Nokoué, tandis que la majeure partie de ses eaux se jette dans la lagune de Porto-Novo. Il reçoit des affluents importants : Ce sont, à droite : la Térou, l'Adjiro, le Zou (200 kil.) grossi de l'Agbado ; à gauche : la Yéroumarou et surtout l'Ocpara (300 kil.) qui vient de la région Nikki-Péréré, et sert de frontière à l'est pendant une grande partie de son cours avant de se jeter dans l'Ouémé à Ocpa.

LAGUNES, LACS ET MARAIS

Tout le long du littoral dahoméen, les fleuves se jettent dans des lagunes bordant la côte d'une façon presque continue, et ne communiquant avec la mer que par des ouvertures fort étroites (une seule permanente au Dahomey).

En même temps que ces lagunes s'individualisaient, les échancrures de la côte ancienne, isolées par le cordon littoral, se sont

transformées peu à peu en lacs importants : lac Ahé, lac Nokoué, lagune de Porto-Novo.

D'autre part, il y a, dans l'intérieur, des espaces fort étendus sans écoulement direct : ils forment, à la saison des pluies, d'immenses marécages. Les plus importants se rencontrent dans le Gourma, de part et d'autre de la route Diapaga-Pada N'Gourma et au sud de Diapaga (marais de Kodjar).

Il existe également dans le sud une zone marécageuse importante. Elle traverse toute la colonie d'est en ouest, depuis le pays des Hollis jusqu'au lac Toho. Dans sa partie centrale on la désigne sous le nom de Lama. Elle possède plus de 100 kil. de développement avec une largeur moyenne de 15 kil. La formation des marais est surtout due à une dénivellation brusque, dans des conditions telles que le drainage est rendu à peu près impossible.

Enfin, le long des fleuves (Niger notamment) il y a souvent des marécages plus ou moins importants dus aux débordements annuels (1).

1. Au Dahomey on désigne volontiers les cours d'eau peu importants sous le nom de marigots. Je n'emploierai ce mot que pour désigner des marais allongés, à pente très faible, et susceptibles de coopérer, en saison des pluies, au drainage d'une région. Leur aspect rappelle beaucoup celui des cours d'eau, mais ils en diffèrent par leurs berges adoucies et par leur largeur exagérée, relativement à leur débit. Les eaux y demeurent stagnantes pendant une grande partie de l'année.

II

DOCUMENTS CONSULTÉS

§ 4

CARTES

Pour l'exécution de la carte géologique, j'ai utilisé les minutes, au $\frac{1}{500\ 000}$, des cartes géographiques suivantes :

1° *Carte du chemin de fer du Dahomey* par M. le Capitaine Cambier, publiée, au $\frac{1}{4.000.000}$ in la Dépêche coloniale illustrée. Paris, 15 mai 1905,

2° *Carte du Haut-Dahomey*. Cette carte manuscrite a été mise à ma disposition par M. le Gouverneur Marchal. Elle a été dessinée à Porto-Novo par M. Bonnemazou, dessinateur au Service des Travaux publics,

3° *Carte du Dahomey* par M. A. Meunier, cartographe au Service géographique du Ministère des Colonies (inérite).

En outre, les travaux topographiques suivants ont été consultés : (1)

1. Je tiens à exprimer ici mes remerciements à M. le Gouverneur Liotard, à M. le Gouverneur Marchal et à M. le Colonel Guyon pour les nombreuses cartes de la colonie et du chemin de fer qu'ils ont bien voulu mettre à ma disposition pour mon travail. Je suis en outre extrêmement reconnaissant à MM. Cambier, Drot, Meunier et G. Cachelou pour les excellents documents qu'ils m'ont si aimablement autorisé à reproduire.

DECŒUR et BAUD. — *Carte des missions Decœur et Baud dans la Boucle du Niger*. Paris, 1895.

DENHAM. — *Carte marine du cap Saint-Paul à Porto-Novo*. Paris, 1867, révisée en 1901.

HOURST. — *Carte du Niger* (Embouchure à Tombouctou) $\left(\frac{1}{50.000}\right)$. Paris, 1898.

P. SPRIGADE. — *Karte des noerdlichen Teiles des Schuetzgebietes Togo und Seine Hinterlaender* $\left(\frac{1}{1.000.000}\right)$. in Mitt. an den deuts. Schutzgebieten XI. Berlin, 1898.

GODEL. — *Carte du cercle de Savalou* $\left(\frac{1}{250.000}\right)$. Paris, 1900.

DROT. — *Croquis au* $\frac{1}{100.000}$ in La Géographie (*Notes sur le Haut-Dahomey*). Paris, 1904.

BROUSSEAU. — *Carte du Borgou* $\left(\frac{1}{500.000}\right)$ in La Géographie (*Un pays d'avenir, le Borgou*). Paris, 1904.

FOURN. — *Carte du Bas-Dahomey* $\left(\frac{1}{100.000}\right)$ feuille de Grand-Popo. Paris, 1907.

P. SPRIGADE. — *Karte von Togo*, in Mitt. aus den deutsch. Schutzgebieten XX. Berlin, 1907.

PLÉ. — *Documents cartographiques de la mission* $\left(\frac{1}{200.000}\right)$; inédits.

DROT. — *Croquis au* $\left(\frac{1}{100.000}\right)$; inédits.

LE HÉRISSÉ. — *Carte du cercle d'Abomey* $\left(\frac{1}{100.000}\right)$; inédite.

FOURN. — *Carte du Bas-Dahomey* $\left(\frac{1}{100.000}\right)$; inédite.

TILHO, Drot et officiers du cercle du Moyen-Niger. — *Carte du cercle du Moyen-Niger* $\left(\frac{1}{100.000}\right)$; inédite.

G. CACHELOU. — *Itinéraire de Doro à Firou* $\left(\frac{1}{100.000}\right)$; inédite.

G. CACHELOU. — *Itinéraires d'Ouabou à Djé, de Birni à Ouabou* ($\frac{1}{400.000}$); inédits.

BAUCHÉ. — *Carte de la région des Tchis* ($\frac{1}{400.000}$); inédite.

DURANTHON. — *Carte du secteur de Savé* ($\frac{1}{400.000}$); inédite (1).

Toutes ces cartes ne correspondent pas rigoureusement entre elles. Les causes d'erreur sont de trois ordres : insuffisance des coordonnées astronomiques, variations de la déclinaison, étalonnage médiocre des instruments de mesure.

La première de ces causes d'erreur est imputable à toutes les cartes, car si l'on considère comme bonnes les observations relatives à la latitude, en revanche les déterminations de longitude publiées jusqu'à ce jour, ayant été obtenues par transport de temps, sont pour la plupart discutées.

En ce qui concerne la déclinaison, les cartes marines donnent 16°20' pour 1895, mais c'est nécessairement une valeur moyenne, car elle est fournie pour toute la côte du Dahomey. Pour les mêmes régions, M. le capitaine Fourn a indiqué pour 1904, une valeur de 13°45', ce qui, en tenant compte de la variation séculaire, ferait encore une différence de 2° environ avec le chiffre précédent, et cela est très appréciable.

D'autre part, il est peu probable qu'il ait été fait des observations relatives aux variations locales pour le Haut-Dahomey, à l'ouest du méridien de Paris, de sorte que, suivant les valeurs adoptées pour la déclinaison, certaines régions se trouvent reportées à 20 kil. de différencé sur des cartes également bien faites.

Enfin, si les distances ont été soigneusement repérées pour le Bas-Dahomey et sur l'itinéraire de M. le Commandant Cambier; il n'en est plus de même ailleurs, où bien des longueurs ont été mesurées au pas, voire même à la vitesse.

Cependant les erreurs ne s'ajoutent pas indéfiniment. En effet,

1. En outre, M. l'Administrateur Geay a eu l'obligeance de me donner des renseignements verbaux relativement au cours de la rivière Adjiro.

sur les routes fréquentées, les levés, composés souvent de polygones fermés, ont été fréquemment rectifiés et les longueurs souvent mesurées à la chaîne ; par conséquent, les erreurs locales sont diminuées ou compensées. D'autre part, les limites de la colonie ont été déterminées au moyen de coordonnées astronomiques, dont l'erreur maximum est évidemment faible. Or, il est évident que l'erreur totale, sur l'itinéraire le plus long, est nécessairement moindre que celle faite en déterminant les limites dans lesquelles il se trouve. Et il y a des chances pour que cette erreur totale se répartisse à peu près également entre les points extrêmes puisque les levés ont été effectués dans les deux sens. Donc, au point de vue de la planimétrie générale, on est qualifié pour tirer parti des documents mentionnés, du moins à l'échelle adoptée.

Les itinéraires que j'ai relevés sont peu longs. Ils avaient généralement pour but de relier deux points connus, vérifier une route douteuse, ou déterminer la position et l'emplacement d'un gisement. Dans tous les cas, j'ai admis les deux points extrêmes comme suffisamment établis. Les azimuths étaient pris à la boussole Peigné, les longueurs comptées au pas étalonné, ou pour les petites distances à la corde ou à la chaîne.

Mais je me suis attaché surtout à déterminer par des tours d'horizon la position des hauteurs qui n'étaient pas encore indiquées sur les cartes. L'ensemble des visées parfois très nombreuses (jusqu'à 60) faites d'un sommet sur tous les points remarquables visités auparavant, puis rapportées sur les meilleures cartes, a permis de fixer ce sommet avec une approximation au moins égale à celle que comporte l'échelle de la présente carte.

Dans toutes les cartes citées précédemment le relief relatif est seul représenté, soit par des courbes correspondant à une certaine hauteur de commandement (50 à 100 mètres), soit par des hachures figurant le terrain (1). Ce relief, s'il n'est pas complet, est du moins parfait pour un certain nombre de cartes, pour les autres, j'ai modifié dans la mesure du possible le dessin trop

1. L'altitude n'est exprimée que dans les cartes de MM. Godel, Cambier, Fourn et Meunier et dans certaines cartes allemandes.

incorrect. Enfin, le relief des régions sur lesquelles on n'avait jusqu'à présent que des renseignements insuffisants a été supprimée (1).

L'altitude d'un certain nombre de points de la colonie a été déterminée :

1^o Le long de la voie ferrée (construite et en projet) par les officiers du génie ;

2^o Dans les autres points de la colonie, par les fonctionnaires et officiers, au moyen de baromètres. Ces mesures comportent des erreurs difficiles à évaluer : M. le Gouverneur du Dahomey a bien voulu me donner connaissance de rapports officiels dans lesquels un certain nombre de ces altitudes ont été consignés ; quelques-unes ont été portées sur la carte.

Au cours de mon voyage, je n'ai pas tenu compte des indications du baromètre. Par contre j'ai déterminé le plus souvent possible la hauteur de commandement des sommets rencontrés.

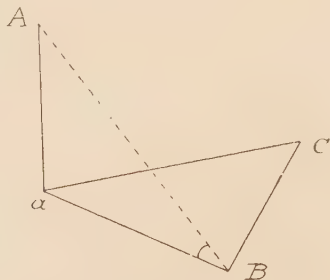


Fig. 1. — Mesure des hauteurs de commandement.

J'ai opéré avec la boussole Peigné qui permet d'obtenir : 1^o l'angle que fait avec l'horizontale une ligne de visée passant par un sommet, 2^o la distance du point B (Fig. 1) (d'où la visée est

1. Dans la carte au 1/1.250.000 les accidents du relief ont été représentés par des courbes fermées correspondant à leur trace sur le plan horizontal passant par leur pied. Ces courbes ont été souvent schématisées. Etant donnée l'échelle adoptée, il est évident que les sommets trop voisins d'un même massif n'ont pas été indiqués. Par contre, les courbes représentatives des accidents peu étendus ont été exagérées. Enfin certains sommets très peu importants ont été marqués, afin de traduire, dans la plus large manière possible, le relief de la contrée.

faite), au pied de la perpendiculaire α passant par le sommet considéré. Ces deux données permettent de calculer la hauteur du sommet au-dessus de B.

Pour obtenir la distance aB , il faut évidemment considérer un triangle dont ces points soient deux des sommets. Afin d'éviter les calculs, le 3^e sommet C était choisi de manière qu'il formât avec B et a un triangle équilatéral. Pour cela, il n'y avait qu'à faire du point B deux visées : la première sur A, la seconde faisant avec la première un angle plan de 60° . On avait ainsi les deux directions Ba, BC. En se déplaçant sur BC jusqu'en un point d'où une nouvelle visée sur A faisait un angle de 60° avec la direction CB, on obtenait la position de C, et la longueur BC, mesurée, était égale à la longueur Ba cherchée.

Si l'on admet que l'erreur de la lecture de la boussole Peigné ne dépasse pas 1° et que la longueur de la base mesurée est exacte à moins de $1/30$ près, ce qui est vrai lorsqu'on se sert d'une chaîne, le calcul permet de connaître avec quelle approximation on arrive à déterminer la hauteur cherchée.

En supposant que toutes les erreurs de lecture et de mesure s'ajoutent, ce qui est peu fréquent, et en prenant pour longueur extrême de base 300 mètres, pour angles extrêmes 10° et 30° , le calcul montre que l'approximation obtenue est, dans le premier cas, de $17\ 0/0$; dans le second, de $10\ 0/0$. Admettons même que d'autres causes d'erreur viennent s'ajouter, et nous verrons que, dans les cas les plus défavorables, la hauteur de commandement des sommets est obtenue avec certitude, au $1/5$ près. Etant donné le peu d'importance des accidents rencontrés l'erreur ne se traduira pas par des chiffres élevés. Il était indispensable de l'établir afin d'éviter les critiques auxquelles on est sujet en fixant arbitrairement des hauteurs rencontrées.

Dans la carte géologique, étant donnée son échelle, il n'est pas possible d'indiquer les formations superficielles, sauf cependant dans le cas où celles-ci sont suffisamment puissantes pour masquer partout les terrains sous-jacents et lorsqu'elles se traduisent par un modelé caractéristique. Dans tous les cas, vu l'impossibilité de figurer les affleurements trop peu étendus, chaque

teinte indique seulement la formation dominante d'une région. Enfin, la surface représentative des terrains remarquables, mais peu étendus, a été nécessairement exagérée.

BIBLIOGRAPHIE

A) Descriptions du Dahomey, voyages. histoire, ethnographie, etc.

- D'ELBÉE. — *Voyage aux îles de la côte de Guinée*. Paris, 1671 (1).
- DELACROIX. — *Relation universelle de l'Afrique ancienne et moderne*. Lyon, 1688.
- W. BOSMAN. — *Naauwkenrige Beschryving von der Guinese*. Amsterdam, 1704. Trad. fr. : *Voyage de Guinée*. Utrecht, 1705.
- J. BARBOT. — *A description of the coasts of South Guinea*, in *Collection of Voyages*, de Churchill. V, 1732.
- DES MARCHAIS (Chevalier). — *Voyage en Guinée et Isles voisines, Guyane*, etc. Publié par le P. Labat, II. Paris (Saugrain), 1730.
- W. SMITH. — *Voyage to Guinea...* etc.. London, 1744. Trad. fr. : *Nouveau voyage en Guinée...* etc. Paris (Durand), 1751.
- W. SNELGRAVE. — *Accounts of some points of Guinea*. — *Relation de quelques endroits de la Guinée*. Trad. française par de Coulanges. Amsterdam, 1735.
- J. ATKINS. — *A voyage to Guinea, Brazil and the West Indies*. London, 1735.
- PRUMEAU DE POMMEGORGE. — *Description de la Négritie*. Amsterdam et Paris, 1789.

1. L'ouvrage de d'Elbée est aujourd'hui introuvable. Je l'ai signalé néanmoins parce que les auteurs du XVIII^e siècle y ont fait de nombreux emprunts.

- R. NORRIS. — *Voyage au pays de Dahomé...* etc, par C.-B. Wadstrom, traduit de l'anglais. Paris, 1790.
- P.-E. ISERT. — *Reise nach Guinea u. den Carabaïschen Inseln.* Berlin, 1788. *Voyage en Guinée et dans les îles Caraïbes*, traduction française. Paris (Maradan), 1793.
- P. LABARTHE. — *Voyage à la côte de Guinée.* Paris (Debray), 1803.
- G.-A. ROBERTSON. — *Notes of Africa between cap Verd of the river Congo.* London (Sherwood), 1819.
- J. ADAMS. — *Remarks on the coast between the Senegal to the river Congo.* London (Wittaker), 1823.
- K. RITTER. — *Die Erdkunde im Verhältniss zur Natur...*, etc. Berlin, 1830-1838.
- Géographie générale comparée de l'Afrique*, traduction française par C. Buret et Delsor. Paris (Paulin), 1835.
- BOUET-WILLAUMEZ. — *Description nautique des côtes de l'Afrique occidentale comprises entre le Sénégal et l'Equateur*, in Ann. marit. et col. Paris, 1845.
- BRUE. — *Voyage à Abomey*, in Revue col. IV. Paris, 1845.
- H. DUNCAN. — *Travels in Western Africa*, etc. London (Bentley), 1847.
- C.-P. KERHALET. — *Manuel de navigation à la côte occidentale d'Afrique.* Paris (Ledoyen), 1851-1857.
- AMIRAL VALLON. — *Le royaume du Dahomey*, in Revue marit. et col. Paris (Beaudouin), 1861.
- BARTH. — *Voyages et découvertes.* Traduction française. Paris, 1861.
- A. BORGHÉRO. — *La Guinée et le Dahomey*, in Ann. prop. de la Foi. Lyon (lib. des Missions), 1852-64.
- REPIN. — *Voyage au Dahomey*, in Tour du Monde, nos 162 et 163, pp. 65-103. Paris (Hachette), 1863.
- BURTON. — *A mission to Gelele, a King of Dahomey.* London (Tinsley), 1864.
- A. BORGHÉRO. — *La côte des Esclaves*, in Ann. prop. de la Foi. Lyon (lib. des Missions), 1863.
- M. BÉRAUD. — *Notes sur le Dahomé*, in La Géographie, pp. 370-386. Paris (Masson), 1866.

- J.-A. SKERTCHLEY. — *Dahomey as it is*. London (Chapmann et Hall), 1874.
- LAFITTE. — *Le Dahomé*. Tours (Mame), 1873.
- COURDIOUX. — *Notes sur la côte des Esclaves*, in Miss. cath. Paris, 1875.
- LAFITTE. — *Le pays des nègres et la côte des Esclaves*. Tours (Mame), 1875.
- FLEURIOT DE LANGLE. — *Croisières à la côte d'Afrique*, in Tour du Monde. Paris (Hachette), 1876.
- J.-E. BOUCHE. — *La côte des Esclaves et les visées de l'Angleterre*, in Revue de France, 1878.
- FÉRIS. — *La côte des Esclaves*, in Ann. de méd. nav. I. pp. 81-110, 161-180, 241-265, 321-331. Paris, 1879.
- A. MÉNAGER. — *L'harmattan de 1879*, in La Géographie. Paris (Masson), janvier 1880.
- FÉRIS. — *La côte des Esclaves et les nouvelles possessions françaises*, in Rev. scient., pp. 714-720. Paris, 1883.
- BAUDIN. — *Féticheurs et fétichisme*, in Miss. cath. Paris, 1884.
- P. BOUCHE. — *La côte des Esclaves et le Dahomey*. Paris (Plon), 1885.
- E. RECLUS. — *Dahomey*, in Rev. française. Paris, 1890.
- CHAUTARD. — *Dahomey*. Lyon (Vitte), 1890.
- CAP. BERTIN. — *Renseignements sur le Royaume de Porto-Novo et le Dahomey*, in Rev. mar. et col. Paris (Beaudoin), 1890.
- MAIGRE. — *De Lagos au Dahomey*, in Bull. Soc. géogr. Marseille, XIV, n° 2, 1890.
- D'ALBÉCA. — *Les établissements français du golfe de Bénin*. Paris, Baudouin, 1890.
- CHAUDOUIN. — *Trois mois de captivité au Dahomey*. Paris (Hachette), 1891.
- LOZ. — *Les vers de terre, agents de fertilisation au Dahomey*. Paris, 1891.
- PIED. — *De Porto-Novo à Oyo*, in Miss. cath., pp. 1198-1207. Paris, 1892.
- J. BAYOL. — *Les forces militaires du Dahomey*, in Rev. scient. Paris, 1892.
- C. LAMBINET. — *Notice géographique, topographique et statistique*

sur le Dahomey, in Rev. mar. et col. Paris (Beaudoin), 1893.
 HULOT. — *Relations de la France avec la côte des Esclaves*, in
 Ann. de l'Ecole libre des Sciences politiques. Paris (Alcan),
 1894.

ANONYME. — *Possessions françaises du golfe de Bénin*, 1894.

ANONYME. — *L'Ouémé et la lagune de Cotonou*, in Ann. de géogr.,
 pp. 389-390. Paris, 1894.

PAWLOWSKI. — *Bibliographie raisonnée des ouvrages concernant
 le Dahomey*, in Rev. mar. et col. mai-juin. Paris (Beaudoin),
 1893.

E. FOA. — *Le Dahomey*. Paris (Hennuyer), 1893.

D'ALBÉCA. — *L'avenir du Dahomey*, 1893.

REDELSPERGER. — *Bibliographie de la côte des Esclaves*. Paris,
 1893.

TOUTÉE. — *Du Dahomé au Sahara*. Paris (A. Colin), 1893.

ANONYME. — *Français, Anglais et Allemands dans l'arrière-pays
 du Dahomey*, in Bull. com. Af. F. Paris, 1893.

TOUTÉE. — *Dahomé, Niger, Touareg*. Paris (A. Colin), 1893.

HOURST. — *Sur le Niger et au pays des Touareg*. Paris, 1898.

GUY. — *Résultats géographiques et économiques des explorations
 du Niger*, in Bull. com. Af. F., pp. 3-44. Paris, 1899.

FONSAGRIVES. — *Notice sur le Dahomey*. Exposition Universelle.
 Paris, 1900.

BRUNET. — *Le Dahomey*. Paris (Challamel), 1900.

PLÉ. — *Exposé sommaire des opérations de délimitation entre le
 Dahomey et le Togo*, in Revue des Troupes coloniales, pp.
 290-311, 358-386. Paris (Lavauzelle), 1902.

E. LENFANT. — *Le Niger, voie ouverte à notre commerce africain*.
 Paris (Hachette), 1902.

L. HEUDEBERT. — *Promenade au Dahomey*. Paris (Dujarric), 1902.

G. FRANÇOIS. — *Le Royaume de Porto-Novo*, in Bull. com. A. F.
 Paris, 1904.

G. BROUSSEAU. — *Le Borgou*, in La Géographie, pp. 145-160. Paris
 (Masson), 1904.

DROT. — *Notes sur le Haut-Dahomey*, in La Géographie, pp. 267-
 286. Paris (Masson), 1904.

G. FRANÇOIS. — *Notre colonie du Dahomey*. Paris (Larose), 1906.

ANONYME. — *Notice sur le Dahomey pour l'Exposition coloniale de Marseille*. Paris (Larose), 1906.

ANONYME. — *Les chemins de fer en A. O. F.* III. Paris (Larose), 1906.

GUYON. — *D'Abomey à Porto-Novo, par Zagnanado, Hollis et Sakété*, in Bull. Société Géogr. de l'Afrique occidentale française, pp. 18-27. Dakar, 1907.

GAILLARD. — *Etude sur les lacustres du Bas-Dahomey* in l'Anthropologie, pp. 99-125. Paris (Masson), 1907.

Journal Officiel de l'Afrique occidentale française. Dakar.

Journal Officiel du Dahomey et dépendances. Porto-Novo.

La Géographie, Bull. Société de Géographie. Paris.

Annales de géographie. Paris.

Dépêche coloniale illustrée. Paris.

Bulletin du Comité de l'Afrique française. Paris.

B) Phénomènes actuels au Dahomey.

DES MARCHAIS (Chevalier). — *Voyage en Guinée et Isles voisines*, etc. Publié par le P. Labat. II, p. 28-31. Paris (Saugrain), 1730.

MALO LEFEBVRE. — *Notes sur la barre de Kotonou*, in Rev. mar. et col., pp. 441-453. Paris, 1891.

H. HUBERT. — *La « barre » au Dahomey*, in Ann. de Géogr., n° 92, pp. 97-104. Paris (A. Colin), 1908.

C) Météorologie du Dahomey.

Annales du Bureau central météorologique. Paris, 1897-1903.

ANONYME. — *Service météorologique de l'A. O. F.* Paris (Larose), 1907.

D) Entomologie au Dahomey.

H. HUBERT. — *Distribution géographique des mouches tsé-tsé au Dahomey*, in La Géographie pp. 171-176. Paris (Masson), 1907.

E) Botanique du Dahomey.

- FÉRIS. — *La Côte des Esclaves*, in Ann. Méd. Nav. I, pp. 95-102. Paris, 1879.
- F.-G. SCHUMAKER. — *Beskrivelse af guineiske Planter.... etc.* (*Description des plantes trouvées sur la côte de Guinée par les naturalistes danois et principalement par M. Thonniag.*) Copenhague (Gyldendhal), 1887.
- Sir A. MOLONEY. — *Sketch of the forestry of West Africa*. London (Sampson Low), 1887.
- E. FOA. — *Le Dahomey*, pp. 74-82. Paris (Hennuyer), 1895.
- J. ET E. POISSON. — *Note sur le palmier à huile de la Côte Occidentale d'Afrique*, in Bull. Mus. hist. nat., pp. 410-415. Paris (Imp. Nat.), 1903.
- N. SAVARIAU. — *L'agriculture au Dahomey*. Paris (Challamel), 1906.

F) Géologie, Minéralogie de la colonie du Dahomey.

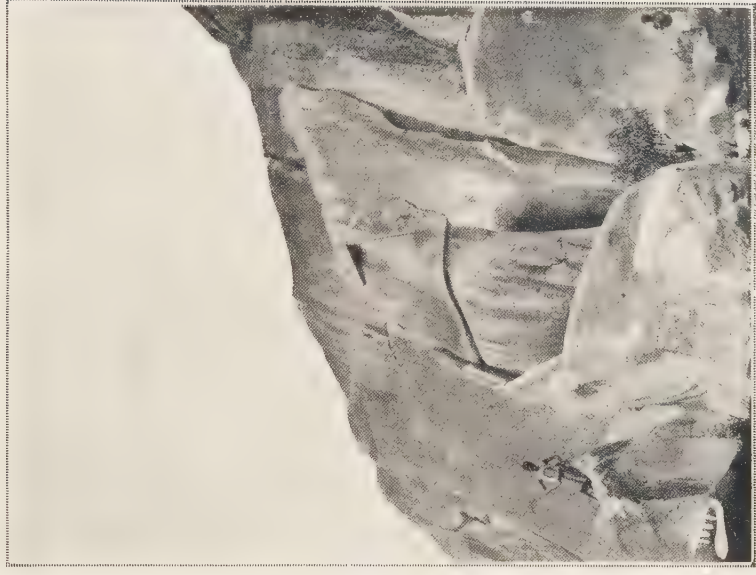
- G. BROUSSEAU. — *Notes sur la géologie du Dahomey*, in La Géographie, pp. 67-68. Paris (Masson), 1902.
- H. HUBERT. — *Sur quelques roches provenant des rapides du Niger*, in Bull. Mus. hist. nat., pp. 431-446. Paris (Imp. Nat.), 1903.
- J. BOHM. — *Über einem Furchenstein und Testiär in Dahomé*, in Zeit. d. deut. Geol. Gesell., pp. 141-143. Berlin, 1904.
- L. V. AMMON. — *Zur Geologie von Togo u. vom Nigierlande*, in Mitt. d. Geogr. Gesell. in München, pp. 393-474. München, 1904.
- A. LACROIX. — *Résultats minéralogiques de récentes explorations dans l'Afrique occidentale française et dans la région du Tchad*, in La Revue coloniale Paris (Challamel), 1905.
- H. HUBERT. — *Esquisse préliminaire de la géologie du Dahomey*, in Comp. rendus. Ac. Sc. CXLV, pp. 692-695. Paris (Gauthier-Villars), 1907.
- H. HUBERT. — *Sur un massif de granite alcalin au Dahomey*, in

ALTÉRATIONS SUPERFICIELLES DES ROCHES.



Cliché H. Hubert.

Escalier naturel dans les quartzites de Firou (Atacora).



Cliché H. Hubert.

Desquamation du granite, près Tchetté.

Comp. rendus Ac. Sc. CXLV, pp. 764-765. Paris (Gauthier-Villars), 1907.

H. HUBERT. — *Les grandes régions naturelles de la colonie du Dahomey*, in Bull. Mus. hist. nat., pp. 576-580. Paris (Imp. Nat.), 1907.

H. HUBERT. — *Sur la présence de gneiss à scapolite et de cipolins au Dahomey*, in Comp. rendus Ac. Sc., CXLVI pp. 243-244. Paris (Gauthier-Villars), 1908.

H. HUBERT. — *La carte géologique du Dahomey*, in La Géographie. Paris (Masson), 15 mai 1908.

G) Géologie des régions voisines du Dahomey.

D^r O. LENZ. — *Geologische Mittheilungen aus West Africa*, in Verhandlungen der Kaiserl. Geolog. Reichsanstalt, pp. 147-153. Vienne, 1878.

GÜRICH. — *Beiträge zur Geologie von Westafrika*. Zeitsch. d. d. Geolog. Ges. XXXIX, pp. 96-135. Berlin, 1887.

STROMER VON REICHENBACH. — *Die Geologie der deutschen Schutzgebiete in Africa*. München u. Leipzig, 1896.

VON SIEGFRIED. — *Beitrag zur Geologie der Schutzgebietes Togo*, in Mit. aus den deutsch. Schutzgebieten. XI, pp. 227-235, II. Berlin, 1898.

A. DE LAPPARENT. — *Sur la découverte d'un oursin d'âge crétacé dans le Sahara oriental*, in Comp. rendus Ac. Sc. CXXXII, pp. 388-392. Paris (Gauthier-Villars), 1901.

A. CHEVALIER. — *Sur l'existence probable d'une mer récente dans la région de Tombouctou*, in Comp. Rend. Ac. Sc. CXXXII, pp. 926-928. Paris, 1901.

A. DE LAPPARENT. — *Sur les traces de la mer lutécienne au Soudan*, in Comp. rendus Ac. Sc. CXXXVI, pp. 1118-1120. Paris (Gauthier-Villars), 1903.

A. DE LAPPARENT. — *Sur de nouveaux fossiles au Soudan*, in Comp. rendus Ac. Sc. CXXXVI, pp. 1297-1298. Paris (Gauthier-Villars), 1903.

L. VON AMMON. — *Zur Geologie von Togo und vom Nigergelande*, in Mit. Geog. Ges. zu München, I, pp. 393-474, p. XIX. München, 1903.

- A. DE LAPPARENT. — *Sur de nouvelles trouvailles géologiques au Soudan*, in Comp. rendus. Ac. Sc. CXXXIX, pp. 1186-1190. Paris (Gauthier-Villars), 1904.
- A. DE LAPPARENT. — *Sur l'extension des mers crétacées en Afrique*, in Comp. rendus. Ac. Sc. CXXXX, pp. 349-350. Paris (Gauthier-Villars), 1905.
- F.-F. GAUTIER. — *A travers le Sahara Français*, in La Géographie, p. 2. Paris (Masson), 1907.
- L. DESPLAGNES. — *Le plateau central nigérien*, pp. 7-18 Paris, (Larose), 1907.
- R. CHUDEAU. — *Le Lutécien au Sahara et au Soudan*, in Comp. rendus. Ac. Sc. CXLIV, pp. 811-813. Paris (Gauthier-Villars), 1907.
- R. CHUDEAU. — *L'Air et la région de Zinder*, in La Géographie, p. 323. Paris (Masson), 1907.
- R. CHUDEAU. — *Excursion géologique au Sahara et au Soudan*, in Bull. Société géol. Fr. 4^e série, VII, n^o 6, pp. 319-346. Paris, 1907.
- J. PARKINSON. — *The Post-Cretaceous Stratigraphy of Southern Nigeria*, in Quarterly Journal of geological Society. LXIII, n^o 231, pp. 308-312. London (Longmans), 1907.
- J. PARKINSON. — *The geology of Oban Hills (Southern Nigeria)*, in Quarterly Journal of geol. Society. LXIII, n^o 231, pp. 313-315. London (Longmans), 1907.
- J. PARKINSON. — *The crystalline Rocks of the Kurukuru Hills (Southern Nigeria)*, in Quarterly Journal of geol. Society. LXIII, n^o 231, p. 317. London (Longmans), 1907.
- CH. VÉLAIN. — *Etat actuel de nos connaissances sur la géologie et la géographie du Sahara*, in Revue de géographie annuelle. I, pp. 447-517. Paris (Delagrave), 1907.
- H. HUBERT. — *La géologie du Dahomey et des régions voisines de la Boucle du Niger* in Comp. Rend. Congrès Soc. Sav. Paris, 1908.

H) Géographie physique, Géologie, Minéralogie générales

- H. BUCHANAN. — *Journey from Madras through Mysore, etc.* II, p. 440, 1807.

- F. FOUQUÉ ET A. MICHEL-LEVY. — *Minéralogie micrographique*. Paris (Quantin), 1879.
- F. BECKE. — *Die gneiss formation des Niederösterreichischen Waldviertels*, in Tschermaks min. und pet. Mittheil. IV, 365, 1882.
- O. MÜGGE. — *Über einige Gesteine des Massai Landes*, in Neues Jahrb. für Min. IV, 577, 1886.
- H. WULF. — *Beiträge zur Petrographie des Hererolandes*, in Tschermaks min. und pet. Mittheil. VIII, 193, 1887.
- P. MERRILL. — *Proc. U. S. Nat. Mus.* XI, 105-111, 1888.
- G. DE LA NOE ET EMM. DE MARGERIE. — *Les formes du terrain*, in Service géogr. de l'Armée. Paris, 1888.
- A. LACROIX. — *Contribution à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite*. Paris (Chaix), 1889.
- A. LACROIX. — *Contribution à l'étude des roches métamorphiques et éruptives de l'Ariège*, in Bull. carte géol. Fr., n° 11, avril 1890.
- H. FAYOL. — *Résumé de la théorie des deltas et histoire de la formation du bassin de Commeny*, in Bull. Soc. géol. Fr., 3^e série. XVI, pp. 968-978. Paris, 1890.
- J.-D. DANA. — *The system of Mineralogy*. Descriptive Mineralogy par E. Dana. London (Kejan Paul), 1892.
- A. LACROIX. — *Minéralogie de la France et de ses colonies*. I, II, III. Paris (Baudry), 1893-1901.
- PASSARGE. — *Adamana. Ber. über die Expedition des deut. Kamerun Comités*. Berlin, 1895.
- J. WALTHER. — *Geologische Studien in Transcapien*, in Bull. Soc. Imp. des Nat. I, pp. 3-5. Moscou, 1897.
- PASSARGE. — *Über laterit u. Roterden in Afrika u. Indien*, in Jahrb. für Min., etc. II, p. 471. Stuttgart, 1897.
- Annuaire du Bureau des Longitudes*. Paris, 1897-1903.
- M. BAUER. — *Beiträge zur Geologie der Seyschellen*, in Neues Jahrb. für Min., etc. II, p. 163. Stuttgart, 1898.
- A. LACROIX. — *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact*. 1^{er} mémoire. Les contacts de la Haute-Ariège in Bull. carte géol. Fr., n° 68. Paris, juin 1898.
- J. BRUNHES. — *Sur quelques phénomènes d'érosion et de corro-*

- sion fluviales*, in Comp. rend. Ac. Sc. CXXVI, pp. 557-560. Paris (Gauthier-Villars), 1898.
- J. BRUNHES. — *Sur les marmites des îlots granitiques de la cataracte d'Assouan*, in Comp. rend. Ac. Sc. CXXIX, pp. 354-357. Paris (Gauthier-Villars), 1899.
- A. LACROIX. — *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact* (2^e mémoire). — Les contacts de la Haute-Ariège, de l'Aude, des Pyrénées-Orientales et des Hautes-Pyrénées. Bull. carte géolog. Fr. n° 71. Paris, sept. 1900.
- ROSENBUSCH. — *Elemente der Gesteinlehre*. Stuttgart, 1901.
- LORTET ET HUGONNECQ. — *Coloration noire des roches formant les cataractes du Nil*, in Comp. rend. Ac. Sc. CXXXIV, pp. 1091-1092. Paris (Gauthier-Villars), 1902.
- G. C. DU BOIS. — *Beitrag zur Kenntniss der Surinamischen Laterit- und Schutzrindenbildungen*, in Tschermaks Mineralogische u. petrographische Mitteilungen. XXII, 1. Wien, 1903.
- T.-H. HOLLAND. — *On the Constitution, Origin and Dehydration of Laterite*, in Geological Magazine. X, pp. 59-69. London, 1903.
- R. BECK. — *Traité des gîtes métallifères*, trad. française, par O. Chemin. Paris (Baudry), 1904.
- A. BERGET. — *Physique du globe et Météorologie*. Paris (Naud), 1904.
- H. ARSANDAUX. — *Sur les gîtes aurifères du massif de Khakhdian*, in Bull. Société Minéralogie. XXVII, pp. 81-86. Paris, 1904.
- A. LACROIX. — *Les roches éruptives basiques de la Guinée Française*, in Comp. rend. Ac. Sc. CXL, pp. 410-413. Paris (Gauthier-Villars), 1905.
- A. DE LAPPARENT. — *Traité de géologie*. Paris (Masson), 1905.
- A. DE LAPPARENT. — *Leçons de géographie physique*. Paris (Masson), 1907.
- E. HAUG. — *Traité de géologie*. Paris (A. Colin), 1907.
- M. BAUER. — *Beitrag z. Kenntniss des Laterits, insbesondere dessen von Madagascar*, in Neu. Jahr. f. Min., Geol. u. Pal., pp. 33-90, Stuttgart (Schweitzerbart), 1907.

DEUXIÈME PARTIE

**GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, GÉOLOGIE,
MINÉRALOGIE**

LIVRE PREMIER

Géographie physique.

MÉTÉOROLOGIE

III

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les ouvrages de vulgarisation se sont déjà occupés de la Météorologie des territoires parcourus. Mais, outre que les indications fournies sont fort brèves, on n'a tiré jusqu'à présent aucun parti des observations très récentes faites dans l'intérieur. La présente étude est donc entièrement nouvelle. Notons aussi que le cadre qui lui convient le mieux est un travail de géologie générale, d'abord en raison de son caractère même, ensuite parce qu'elle nous fait connaître la manière dont se comportent les agents extérieurs, causes premières des modifications apportées au modelé terrestre.

Jusqu'à présent les documents que nous possédons sont beaucoup trop peu abondants pour qu'on puisse faire autre chose que de donner un certain nombre d'idées générales, très générales, et de montrer le parti qu'on pourra en tirer par la suite. Actuellement le côté le plus intéressant de la question est de faire voir dans quelle mesure les faits observés jusqu'ici au Dahomey et dans les pays voisins s'écartent des conceptions théoriques auxquelles on aboutit en ne considérant que quelques facteurs principaux. Les territoires parcourus se trouvent à cet égard dans une situation géographique privilégiée qui permet d'éliminer un très grand nombre de facteurs secondaires. Situés le long du méridien de Paris, sur plus de 7 degrés de latitude, entre l'équateur et le tropique, bordés au sud par une côte rectiligne, perpendiculaire à la méridienne, on voit tout de suite qu'ils vont représenter une

zone de transition, dont le climat participera, au sud, de celui des régions équatoriales, au nord, de celui des régions désertiques, avec tous les intermédiaires.

Pour les questions qui nous intéressent, les postes d'observations sont particulièrement bien choisis. Trois d'entre eux sont très voisins du méridien de Paris, ce qui rend leurs observations rigoureusement comparables au point de vue temps. En outre leurs distances respectives sont du même ordre de grandeur. Ce sont Porto-Novo, Parakou, à 312 kil. au nord, et Niamey à 470 kil. de Parakou. La quatrième station, Ouagadougou, est, à un degré près, à la latitude de Niamey, mais elle est à trois degrés et demi à l'ouest de toutes les autres, de sorte que les chiffres qui ont été recueillis n'ont plus la même valeur. Mais, comme les immenses territoires du Gourma, que j'ai traversés, et pour lesquels il n'a pas été fait d'observations, se trouvent situés entre Niamey et Ouagadougou, on est autorisé à considérer que leurs caractéristiques météorologiques seront comprises entre celles de ces deux stations.

Malheureusement les documents fournis par chaque poste n'ont pas la même valeur. Le plus souvent il n'y a pas coïncidence entre les heures d'observations, ce qui rend impossibles certaines comparaisons. En outre, il y a des différences dans la nature des observations faites ainsi que dans la manière d'exprimer les phénomènes constatés. Il y a enfin des inégalités résultant du changement des observateurs : ceux-ci fournissent des détails précieux, ceux-là les négligent complètement, de sorte que le fruit du travail des premiers est perdu. Il y a aussi des lacunes, provenant soit du départ des observateurs, soit de la disparition des appareils. Il y a enfin des erreurs, et finalement un très petit nombre seulement des renseignements fournis est aujourd'hui utilisable.

Grâce à la très grande obligeance de M. Chauveau, Chef de service au Bureau central météorologique, j'ai pu consulter et recueillir toutes les observations relatives aux stations citées plus haut (1). Celles relatives à Porto-Novo remontent à 1896. Ce sont les plus complètes et les plus précises. Celles d'Ouagadougou,

1. *Annales du Bureau central météorologique*. Années 1897 à 1903.

prises avec beaucoup de soin, datent de 1903. Quant à celles de Niamey et de Parakou, elles ne sont pas encore publiées. Elles remontent à 1904. Les premières sont très bonnes ; quant aux secondes, aucune année d'entre elles n'est complète, et comme les observateurs ont fréquemment changé, notamment en 1906, il en résulte des inégalités préjudiciables dans la rédaction des documents envoyés.

Dans ces conditions, fixons les éléments qui sont susceptibles de discussion. Pour tous les territoires, il n'y a actuellement que les températures et les pluies. Mais dans la discussion — à laquelle il ne faut pas demander une rigueur trop excessive, puisque, comme on l'a vu, les chiffres ne portent que sur quelques années, — je ne tiendrai jamais compte des variations anormales, trop en dehors de celles vérifiées en cours de route, avec de bons instruments (1). Au contraire, je crois qu'on a le droit de se servir des chiffres recueillis, lorsqu'ils concordent pendant une durée de plusieurs années, parce qu'alors les erreurs personnelles — au cas où il y en aurait — deviennent négligeables.

Il n'est pas possible de tirer parti des indications du baromètre parce qu'en dehors de Porto-Novo, il n'en existe qu'un à Niamey. Mais comme il est anéroïde et qu'on ne connaît pas ses variations, il ne devient comparable qu'à lui-même, et encore pendant une période limitée.

Les chiffres relatifs à l'état hygrométrique de l'air ne sont pas connus pour Parakou. Pour les autres postés, les indications qu'ils nous fourniront ne sont que d'un intérêt moyen, ils ne font que confirmer les idées qu'on peut se faire *a priori*, d'après la simple inspection d'une carte.

Quant aux renseignements relatifs aux vents, dont l'étude serait très fructueuse, ils n'apparaissent pas tous comme également satisfaisants pour tous les points. Les observations faites sont relatives, pour la plupart, aux vents qui soufflent à la surface du sol.

1. Ces instruments m'ont été prêtés par M. le pharmacien Michel, qui apporte à l'étude des phénomènes météorologiques de la région où il sert une activité et une compétence auxquelles je me fais un devoir de rendre hommage.

En même temps qu'il convient d'insister sur le petit nombre des stations météorologiques, il est bon de rappeler l'altitude différente de chacune d'elles (Porto-Novo 21 mètres ; Parakou 350 mètres ; Ouagadougou 760 mètres (1) ; Niamey environ 200 mètres) et leur situation géographique (Porto-Novo L. $0^{\circ}20'$ E, — l. $6^{\circ}28'$ N ; Parakou, L. $0^{\circ}7'$ E, — l. $9^{\circ}17'$ E ; Ouagadougou, L. $3^{\circ}29'$ W, — l. $12^{\circ}13'$ N ; Niamey L. $0^{\circ}6'$ W, — l. $13^{\circ}31'$ N), ces différents facteurs pouvant amener des perturbations locales telles que les renseignements météorologiques d'une station ne représentent pas rigoureusement la moyenne de ceux de la région.

Après avoir établi tout d'abord la façon dont se comporteraient, au point de vue purement théorique, les variations de température, les vents et les pluies, dans une contrée placée dans les conditions géographiques de celle qui nous occupe, mais totalement dépourvue d'accidents perturbateurs locaux, je montrerai en quoi diffèrent des conceptions théoriques les renseignements recueillis jusqu'à présent dans chacune des stations. En ce qui concerne les autres facteurs météorologiques : pression, état hygrométrique, etc., qui, jusqu'à présent, ne paraissent pas susceptibles d'être l'objet de discussions générales, je me bornerai à donner quelques indications sommaires.

MÉTÉOROLOGIE THÉORIQUE

TEMPÉRATURE

Au cours de ses déplacements sur le plan de l'écliptique, le soleil, après être demeuré dans l'hémisphère sud depuis l'équinoxe d'automne jusqu'à l'équinoxe de printemps, passe successivement deux fois au zénith de chacun des points visités. Son mouvement apparent, soit vers le nord, soit vers le sud, d'environ $15^{\circ}30'$ par jour, fait qu'il est approximativement au-dessus des régions de même latitude que les localités suivantes aux dates ci-après :

1. Cette altitude, qui est celle indiquée dans les *Annales du Bureau central météorologique*, paraît très exagérée.

Localités	Mouvement apparent vers le nord	Mouvement apparent vers le sud
Cotonou	16 avril	25 août
Savalou	22 »	19 »
Carnotville . . .	26 »	15 »
Nikki	30 »	11 »
Kandi	4 mai	7 »
Carimama	8 »	3 »
Say	12 »	30 juillet
Sansan-Haoussa .	15 »	27 »

Par conséquent, si aucun phénomène accessoire ne venait se superposer, la température de tous les points de la colonie passerait par deux périodes de maxima coïncidant avec les époques de passage du soleil au zénith et deux périodes de minima, de durée d'autant plus inégale que la région considérée serait plus voisine du tropique. En outre, par suite de l'obliquité des rayons solaires, les régions septentrionales doivent se trouver, pendant l'hiver, plus froides que celles du sud, et les variations diurnes doivent y être plus sensibles.

Par contre, la durée pendant laquelle le soleil demeure chaque jour au-dessus de l'horizon pour les différents jours de l'année ne paraît pas avoir une influence sensible sur la température, parce que la longueur des jours n'est pas très variable dans le cours d'une même année.

Voici du reste, calculée pour l'année 1904, d'après les tables publiées dans l'*Annuaire du bureau de Longitudes*, la durée des jours les plus longs et les plus courts pour les points extrêmes de la contrée :

Latitude 6°30' :

Dates *	Lever du soleil	Coucher du soleil	Durée du jour
22 mars . . .	6 h. 4 m.	18 h. 12 m.	12 h. 8 m.
21 juin . . .	5 h. 47 m.	18 h. 16 m.	12 h. 29 m.
21 septembre .	6 h. 1 m.	17 h. 54 m.	11 h. 53 m.
31 décembre .	6 h. 12 m.	18 h.	11 h. 48 m.

Latitude 14° :

22 mars . . .	6 h. 4 m.	18 h. 12 m.	12 h. 8 m.
21 juin . . .	5 h. 34 m.	18 h. 29 m.	12 h. 55 m.
21 septembre .	6 h.	17 h. 55 m.	11 h. 55 m.
31 décembre .	6 h. 24 m.	17 h. 52 m.	11 h. 28 m.

Ce qui donne, comme différence entre le jour le plus long et le jour le plus court :

Latitude 6°30 m. : 41 minutes.

Latitude 14° : 1 h. 27 minutes.

Des variations si peu importantes ont certainement une influence très faible. Aussi la trajectoire apparente du soleil, chaque jour très régulière et très égale, doit-elle se traduire par une allure constante de la courbe des températures pour tous les jours de l'année : l'amplitude seule doit varier, les minima et les maxima se produisant aux mêmes heures, sauf, bien entendu, le cas de perturbation locale (pluie, tornade, etc.).

A côté de l'influence primordiale résultant de la position du soleil, se place l'influence des vents. Sans rien présager de ce qu'ils peuvent être localement, on sait que les territoires parcourus par leur position géographique, se trouvent, dans leur partie septentrionale, sur le passage du grand courant aérien de retour de l'hémisphère nord. Depuis longtemps on a établi sa trajectoire, et l'on sait qu'elle coïncide avec les zones désertiques. Par conséquent, ce courant desséchant exercera son action sur les territoires septentrionaux, c'est-à-dire que dans ces pays les variations diurnes seront plus grandes.

Il est facile de prévoir également que l'allure massive de l'Afrique détermine l'établissement de moussons. Celles-ci auront pour effet d'abaisser la température et de diminuer les variations diurnes et cela avec d'autant plus d'efficacité que les pays considérés seront plus voisins de la mer. La brise de mer, le long du littoral, viendra encore exagérer cette action.

Enfin les pluies modifieront aussi la température, parce que leur évaporation absorbera de la chaleur de l'atmosphère, et parce que leur apparition sera associée à une nébulosité plus forte arrêtant une grande partie des radiations calorifiques pendant

le jour et entravant le rayonnement nocturne. Leur influence sera d'autant plus remarquable que, dans les pays tropicaux, les précipitations atmosphériques ont lieu avec une grande régularité, et parce que celles qui s'observent sont généralement abondantes à l'époque du second passage du soleil au zénith, c'est-à-dire à celle où l'on devrait constater un des deux maxima.

A toutes ces causes, et indépendamment d'elles, il faut ajouter l'influence de la situation géographique de la contrée, qui suffirait à déterminer à elle seule deux zones climatiques distinctes : celle du sud, maritime ; celle du nord, continentale.

VENTS

La présence d'une côte dans un pays tropical, surtout là où la masse continentale est aussi vaste qu'en Afrique, détermine sur le littoral l'établissement d'une brise régulière alternant deux fois par 24 heures dans chaque sens, quelle que soit la côte considérée.

En outre, on a vu qu'en raison de la position géographique du Dahomey, les variations atmosphériques saisonnières devaient être beaucoup plus fortes dans la région septentrionale qu'à la côte. C'est dire, par conséquent, qu'à une certaine époque de l'année, l'atmosphère sera beaucoup plus surchauffée au nord qu'au sud et qu'à une autre époque de l'année, l'atmosphère sera beaucoup plus surchauffée au sud qu'au nord. Dans le premier cas, il se produira un courant aérien de basse altitude remontant vers le nord, ce sera la mousson : elle aura lieu entre l'équinoxe de printemps et l'équinoxe d'automne, puisque c'est à cette époque que le soleil chauffe davantage les régions septentrionales. Dans le second cas, il se produira un courant aérien de sens contraire, un vent du nord (1).

Nous avons vu aussi qu'il existait un courant aérien de retour qui, au nord de la colonie, doit avoir une direction E.-W. Il est,

1. On serait tenté d'appeler alizé ce vent du nord, mais il n'y a pas avantage à lui donner un nom spécial, car, ainsi que nous le verrons par la suite, il ne se manifeste pas d'une façon indépendante. D'autre part, il est préférable de n'employer le mot d'alizé que lorsqu'il s'agit de certains vents soufflant *au-dessus des océans*.

en effet, constant, mais il est plus ou moins appréciable, suivant la saison, en raison de son altitude (1). Lorsque la mousson s'établira et lorsqu'elle cessera, elle entrera en conflit avec ce courant aérien, et l'on sait que la rencontre de deux courants de ce genre engendre toujours une période d'orages qui disparaît dès que l'un des deux courants aériens a définitivement refoulé l'autre.

PLUIES

Les précipitations atmosphériques sont influencées par deux facteurs principaux : la position du soleil, la direction des vents.

Si le soleil, dans son mouvement apparent, se déplaçait seulement au-dessus d'une masse liquide, il déterminerait au-dessus de chaque zone au zénith de laquelle il passerait, une évaporation rapide. Chaque jour il échaufferait brusquement les masses de vapeur d'eau contenues dans l'atmosphère, et celles-ci, obligées de s'élever rapidement, ne tarderaient pas à se condenser et à retomber en pluie. C'est ce qui se passe surtout dans la zone équatoriale.

Ainsi la surface théorique qui représenterait la durée de la saison des pluies régulières serait limitée par deux courbes parallèles à celle des passages du soleil au zénith sur un graphique dont les mois figureraient la ligne des abscisses et les latitudes celle des ordonnées.

On voit tout de suite que pour les régions où les deux passages successifs du soleil au zénith sont suffisamment voisins, la surface parallèle à la ligne ascendante du mouvement du soleil va se réunir à celle qui est parallèle à la ligne descendante ; c'est-à-

1. On pourrait croire que ce n'est pas la branche de retour du grand courant aérien qui s'observe au nord de la colonie, mais tout simplement l'alizé. Or, pour que l'alizé se fasse sentir à la hauteur du méridien de Paris, il faudrait que la zone des hautes pressions se manifestât tout le long du 30° parallèle, comme elle existerait seulement au-dessus d'une sphère où il n'y aurait pas de continents. On sait au contraire qu'une telle zone continue n'existe pas, mais qu'il y a seulement un *centre* anticyclonique à la hauteur des Açores. C'est tout autour de ce centre que s'observe le grand courant aérien, superposé au Gulf-Stream dans sa branche occidentale et superposé aux régions désertiques dans sa branche de retour. On peut dire tout au plus que les alizés proprement dits ne figurent que dans la partie océanique, au sud des Açores, de cette vaste boucle.

l'intelligence du sujet, à ne les considérer que sur un exemple particulier, ce qui permettra de les expliquer plus clairement.

Par opposition au rôle de la mousson, il faut signaler celui du grand courant aérien de retour et de celui du vent du nord qui, venant l'un et l'autre de régions continentales, déterminent une grande sécheresse dans les territoires où ils passent.

ÉTAT HYGROMÉTRIQUE

Dans leurs grandes lignes les variations de l'état hygrométrique sont également faciles à prévoir. Celui-ci sera beaucoup plus élevé au sud qu'au nord et pendant l'hivernage que pendant la saison sèche. Pour un même point, il sera également beaucoup plus élevé aux heures les plus froides de la journée qu'aux heures les plus chaudes. Par conséquent, la connaissance de la position géographique d'un lieu, des températures qu'on y observe et des pluies qui y tombent permettra de savoir dans quelle mesure varie l'état hygrométrique.

Il est à remarquer que tous les facteurs que nous avons envisagés jusqu'à présent (température, vents, pluie, etc.) ont pour origine de leurs variations la position du soleil dans le ciel ; c'est la raison de leur régularité et de leur retour périodique. De même qu'ils dérivent les uns des autres, ils s'entretiennent tous par la suite, ce qui est une condition de leur équilibre.

IV

DISCUSSION DES CHIFFRES RECUEILLIS

La Température.

Nous avons à considérer maintenant la façon dont se comportent, dans chacun des postes précités, les variations diurnes, saisonnières et annuelles de la température.

Au point de vue comparatif, les tables consultées sont loin d'avoir une égale utilité : les observations quotidiennes, prises à des heures différentes, ne sont pas comparables entre elles et l'étude des moyennes générales donne des indications insuffisantes sur les climats. Ces moyennes sont du reste en trop petit nombre, et elles sont trop souvent identiques sans pour cela correspondre à des variations égales. Ainsi les moyennes de mars 1906, pour les quatre postes considérés, sont :

Niamey	31°
Ouagadougou	30°
Parakou.	28°3
Porto-Novo.	30°1

Ces chiffres, qui sont assez voisins les uns des autres, se rapportent aux variations de températures suivantes :

	Minimum absolu	Maximum absolu	Minimum moyen	Maximum moyen
Niamey . .	17°5	45°3	20°2	41°9
Ouagadougou.	19°	41°5	22°8	37°3
Parakou . .	13°	40°	17°3	39°3
Porto-Novo .	22°2	37°3	24°8	35°5

La moyenne mensuelle ne donne donc aucune idée de la différence du climat, puisque celle des deux premières stations est plus élevée que celle de Porto-Novo, avec des minima sensiblement inférieurs, et que Parakou, qui a une moyenne inférieure à celle de Porto-Novo, a des maxima notablement plus élevés.

Pour des raisons analogues, les recherches effectuées d'après les extrêmes absolus sont destinés à demeurer stériles. Il est bon de tenir compte de ces chiffres, mais on ne peut leur attribuer une valeur trop générale, parce qu'ils sont dus, le plus souvent, à des perturbations locales et de peu de durée.

Aussi, pour traduire les variations de températures observées dans chaque poste, y a-t-il grand intérêt à considérer les moyennes des minima et des maxima pour chaque mois. Un tel procédé qui serait sujet à discussion pour une région tempérée l'est beaucoup moins pour les pays tropicaux, parce que, pendant une durée assez longue, les extrêmes absolus varient très peu. Afin de prévenir toute critique au sujet de l'emploi de ces moyennes de températures extrêmes du mois, j'ai indiqué, dans les tableaux I et II l'écart le plus grand qu'on avait constaté entre les maxima et les minima absolus extrêmes de chaque mois en 1906 et la moyenne des minima et des maxima pour le même temps. Ces tableaux se rapportent à Porto-Novo et à Niamey, qui sont les deux stations extrêmes de la colonie, c'est-à-dire celles entre lesquelles les différences sont les plus grandes.

Pour Porto-Novo, la valeur des températures extrêmes varie très peu par rapport à la moyenne de tous les extrêmes du même mois, puisque, pour un cas seulement, on trouve une différence supérieure à 6°, et que plus des 3/4 de ces différences n'atteignent pas 3° en plus ou en moins. Pour les chiffres de Niamey, les valeurs sont sensiblement plus élevées, mais cependant aucune n'atteint 10°, chiffre approché exceptionnellement. L'important était surtout d'être fixé sur la valeur des erreurs possibles, mais il demeure vrai que, comme les extrêmes absolus sont des chiffres le plus souvent anormaux, la moyenne des extrêmes d'un mois donne une idée très précise de l'ensemble des extrêmes de ce mois. On remarquera enfin que la division pratique du

calendrier, ne correspondant, pour le début de chaque mois, à aucun fait d'ordre astronomique, est parfois gênante pour grouper des périodes qui normalement devraient être réparties autrement.

Ces moyennes des extrêmes d'un même mois vont permettre de déterminer les variations saisonnières, qui sont les plus importantes car elles sont les plus caractéristiques d'un climat.

L'étude des variations saisonnières m'entraînera à donner accessoirement des indications sur les variations diurnes locales.

Enfin les variations annuelles seront discutées, en groupant l'ensemble des chiffres recueillis depuis une dizaine d'années. Cela viendra montrer la valeur des théories émises, puisque celles-ci ne sont susceptibles d'être prises en considération que si leur généralité est démontrée.

VARIATIONS SAISONNIÈRES

J'ai choisi comme type d'études des variations saisonnières l'année 1905 parce qu'elle offre à la fois l'avantage de donner des renseignements plus complets sur les quatre stations considérées et parce qu'elle me paraît *moyenne*.

Afin de mieux mettre en évidence les caractéristiques de la température aux quatre stations considérées, j'ai construit le graphique suivant (Fig. 3).

Sur la ligne des abscisses on porte des longueurs correspondant aux 12 mois de l'année, sur celle des ordonnées des longueurs correspondant aux degrés centigrades, et l'on marque, sur chacune des ordonnées correspondant aux mois, le minimum et le maximum moyens pour chaque poste. Dans le but de faciliter la lecture du diagramme, les maxima et les minima d'un même poste sont reliés par des portions de droites. L'allure de chacune des lignes brisées ainsi obtenues est caractéristique de chacune des stations considérées.

On remarquera tout d'abord l'étonnant parallélisme de toutes les courbes pendant la période qui s'écoule d'avril à octobre. Durant cette saison, qui correspond précisément à l'hivernage,

PORTO-NOVO

	Minima absolus extrêmes dans le mois	Moyenne de tous les minima du mois	Différences avec le minimum moyen	Maxima absolus extrêmes dans le mois	Moyenne de tous les maxima du mois	Différences avec le maximum moyen
Janvier . . .	16 26,3	21,88	- 5,88 + 4,12	30,4 35,4	30,6	- 0,02 + 4,8
Février . . .	22 26	23,92	- 1,92 + 2,08	29 36	33,51	- 4,51 + 2,49
Mars.	22,8 26	24,83	- 2,03 + 1,17	32,8 37,8	35,56	- 2,76 + 2,24
Avril	21,4 26,2	23,71	- 2,31 + 2,49	27,2 36	33,77	- 6,57 + 2,23
Mai	20,2 24,4	22,58	- 2,38 + 1,82	27,8 35	32,20	- 4,40 + 2,80
Juin.	20,2 25,8	22,15	- 1,95 + 2,65	27 33,4	30,11	- 3,11 + 2,29
Juillet. . . .	20,4 22,6	21,40	- 1,00 + 1,20	24,6 29,6	28,08	- 3,48 + 1,52
Août	20,2 22,6	21,66	- 1,46 + 0,94	27,6 31,2	28,77	- 1,17 + 2,43
Septembre. .	21,4 23,6	22,32	- 0,92 + 1,28	27 31	29,49	- 2,49 + 1,51
Octobre . . .	20,4 23,4	22,51	- 2,11 + 0,89	27,4 32,4	30,34	- 2,94 + 2,06
Novembre. .	20 23,8	22,73	- 2,73 + 1,07	29 34,6	32,30	- 3,30 + 2,30
Décembre . .	20 23,8	22,85	- 2,85 + 0,95	31,8 34,2	32,24	- 0,44 + 1,96

TABLEAU I et II. — Ecart maxima entre les extrêmes

NIAMEY

	Minima absolus extrêmes dans le mois	Moyenne de tous les minima du mois	Différences avec le minimum moyen	Maxima absolus extrêmes dans le mois	Moyenne de tous les maxima du mois	Différences avec le maximum moyen
Janvier . . .	8,5 17,9	13,4	- 4,9 + 4,5	29,7 33,8	32,4	- 2,7 + 1,4
Février . . .	14,8 24,8	20,4	- 5,6 + 4,4	30,5 35,6	34,1	- 3,6 + 1,5
Mars	17,5 26,4	20,2	- 2,7 + 6,2	38,2 45,3	41,9	- 3,7 + 3,4
Avril	17,8 30,7	27,3	- 9,5 + 3,4	40,1 47	45,9	- 5,3 + 1,6
Mai	17,8 30	27	- 9,2 + 3	32,2 45,1	40,9	- 8,7 + 4,2
Juin	20,4 28,9	25,3	- 4,9 + 3,6	31,2 45,4	39,2	- 8,0 + 6,2
Juillet	20,2 25,5	23,1	- 2,9 + 2,4	28,2 37	33,6	- 5,4 + 3,4
Août	18,7 25,1	22,7	- 4,0 + 2,4	29,1 36,4	32	- 2,9 + 4,4
Septembre . .	21,7 25,5	23,8	- 2,1 + 1,7	32,6 39,7	36,5	- 3,9 + 3,2
Octobre . . .	22,1 25,8	23,9	- 1,8 + 1,9	32 41,6	33,5	- 6,5 + 3,1
Novembre . .	13,4 24,2	18,5	- 5,1 + 5,7	36,3 40,8	38,9	- 2,6 + 1,9
Décembre . .	12,4 18	15,8	- 2,4 + 2,2	30,6 39,8	37,5	- 6,9 + 2,3

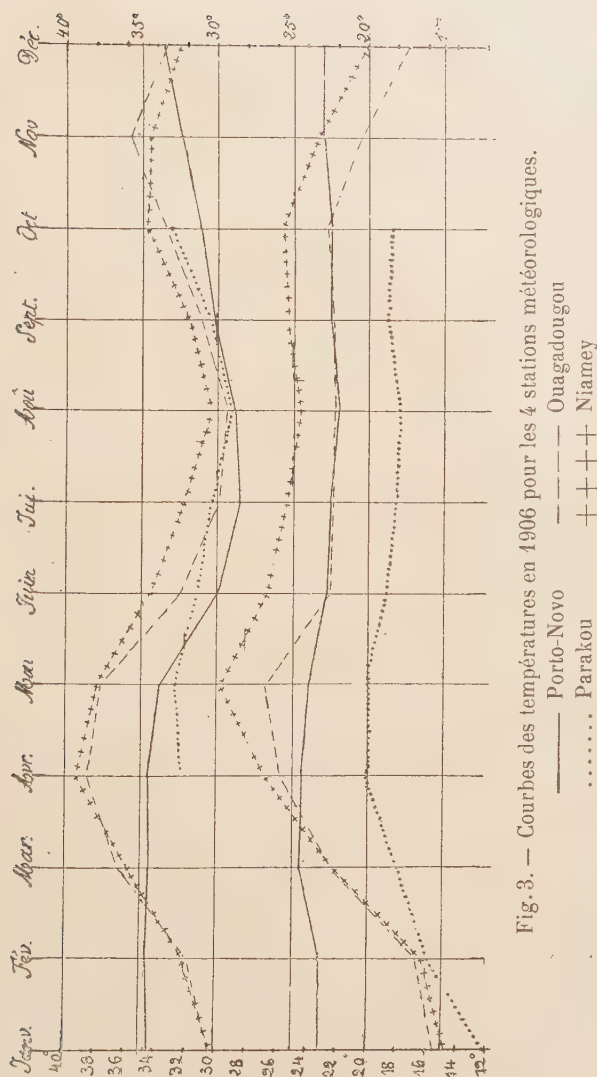
is et la moyenne des extrêmes pour chaque mois en 1906.

les précipitations atmosphériques, la nébulosité, la présence des moussons ont pour effet d'influencer également le climat des diverses stations. Au contraire, pendant la période de novembre à mars, on constate des divergences notables entre l'allure des différentes courbes qui chevauchent plusieurs fois l'une sur l'autre. Or c'est justement alors la saison sèche, ce sera celle par conséquent où le climat de chaque poste sera influencé par des facteurs différents et, par suite, aura une individualité propre.

Si nous considérons les courbes des températures à partir du solstice d'hiver, nous constaterons qu'à cette date il y a abaissement notable des minima et des maxima au moins pour les stations du nord, ce qui est normal, puisqu'à cette époque les rayons solaires sont le plus obliques pour tous les points de la colonie. Mais cet abaissement n'est pas régulier à Porto-Novo par suite de l'influence du voisinage de la mer. Puis — au moins pour les stations du nord — les courbes se relèvent progressivement et les points les plus hauts atteints coïncident avec l'époque du passage du soleil au zénith. On remarquera que les sommets, à la fois pour les minima et les maxima, s'observent plus tôt pour Porto-Novo que pour Niamey et Ouagadougou, ce qui cadre encore avec la théorie.

Enfin il convient d'insister sur ce fait que la *période mars-mai est celle où, dans toute la colonie, la température est optimum* ; car, si on observe un autre relèvement des maxima (toujours moins élevés) vers novembre, il correspond toujours avec un abaissement des minima. Ainsi le premier passage du soleil au zénith marque le moment où la température est optimum pour tous les points de cette partie du continent.

A partir d'avril-mai toutes les températures s'abaissent jusqu'en juillet-août, au lieu de demeurer sensiblement stationnaires, comme cela devrait avoir lieu. C'est que les pluies ont commencé à tomber. Il est évident qu'elles déterminent un abaissement progressif de toutes les températures, tant par le refroidissement direct qu'elles provoquent que par la nébulosité qui les accompagne, laquelle constitue une sorte d'écran arrêtant une partie des radiations calorifiques solaires. Mais cet écran est aussi



Il y a deux courbes pour chaque station : la courbe supérieure correspondant au maximum moyen de chaque mois, la courbe inférieure correspondant au minimum moyen de chaque mois.

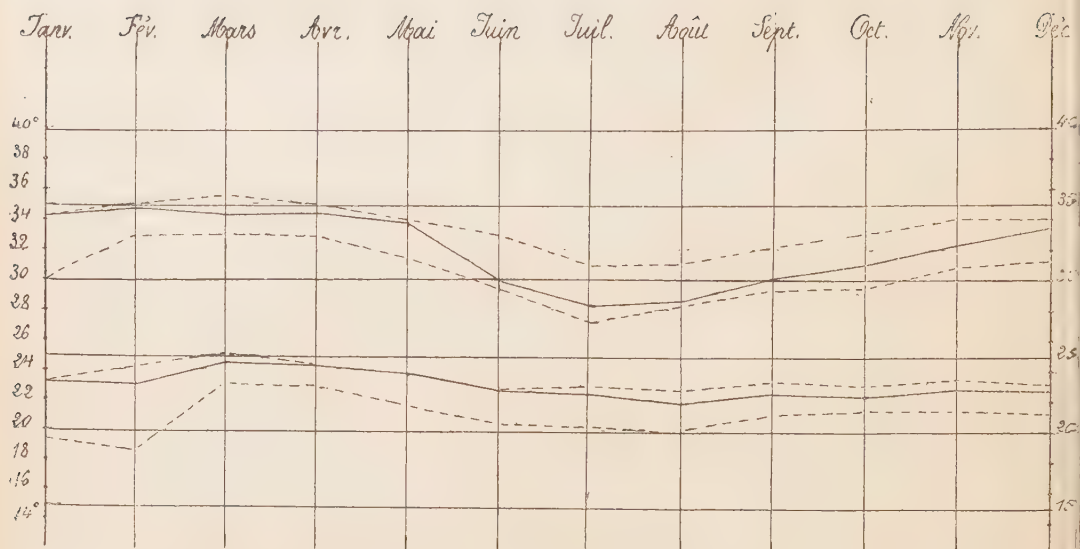


Fig. 4. — Températures (Porto-Novo).

————— Moyenne des maxima et des minima de chaque mois pour 1905.

----- Limites extrêmes atteintes par les moyennes des maxima et des minima de chaque mois depuis 1897 jusqu'à 1907.

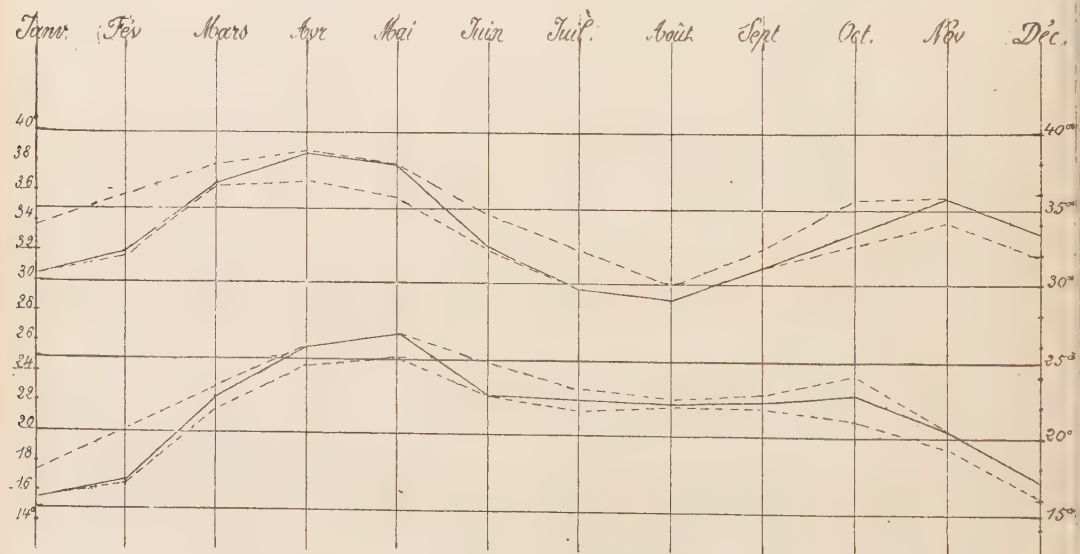


Fig. 5. — Températures (Ouagadougou).

————— Moyenne des maxima et des minima de chaque mois pour 1905.

----- Limites extrêmes atteintes par les moyennes des maxima et des minima de chaque mois depuis 1902 jusqu'à 1907.

un obstacle contre le rayonnement nocturne, de sorte que *depuis avril jusqu'en juillet-août la courbe de tous les minima va se rapprocher de plus en plus de celle des maxima.*

Or, à partir de juillet-août jusqu'en octobre novembre, toutes les courbes se relèvent, mais les minima beaucoup moins que les maxima. Les causes de ce nouveau changement d'allure sont extrêmement complexes. Le second passage du soleil au zénith ne semble avoir cette fois aucune influence, puisque son action calorifique est contrariée, au nord de la colonie par les pluies qui subsistent, au sud par des causes mal définies, parmi lesquelles il faut faire entrer la nébulosité et l'influence des vents humides, de quelque côté qu'ils viennent. Par contre, il est naturel de penser que la diminution progressive des pluies dans le nord facilite le relèvement des températures. Mais cela n'est pas vrai pour le sud, puisque la petite saison des pluies à Porto-Novo n'est marquée par aucune modification de la courbe. Il y a certainement, pour l'ensemble des pays qui nous occupent, des causes d'ordre général ayant périodiquement une même influence sur la température ; mais comme elles sont nombreuses et souvent contraires, il est impossible de dégager celles qui sont prépondérantes à un moment donné. Leur influence inégale a surtout une répercussion sur l'allure des courbes des minima, qui subissent durant la période août-octobre un flottement notable. Aussi nous nous bornerons à constater que *la période juillet-août marque un abaissement constant de tous les maxima et de tous les minima.*

L'obliquité des rayons solaires devenant appréciable à partir de novembre, il est naturel que les températures baissent. C'est ce qui se produit en effet pour les pays du nord ; mais, pour Porto-Novo, cette baisse se produit très capricieusement par suite de l'influence du voisinage de la mer.

Ainsi le *solstice d'hiver* marque, pour la plus grande partie du pays, *un abaissement général des minima et des maxima. C'est en même temps la période des minima absolus pour les stations.*

En dehors de ces faits d'ordre général, l'observation de chaque groupe des deux courbes (minima et maxima) pour un même lieu montre des différences notables. Tandis que les cour-

bes de Porto-Novo sont remarquables par leur faible amplitude et leur parallélisme constant, les courbes des stations septentrionales affectent, au contraire, de brusques sinuosités, et, tandis qu'elles sont parallèles d'avril à octobre, elles sont divergentes au moins d'octobre à janvier. Les premières affectent un maximum et un minimum bien nets, puis un maximum et un minimum plus vague et non constant; les secondes, au contraire, affectent deux maxima et deux minima très prononcés. Cela traduit très bien la différence des climats des pays parcourus. Au sud, un climat maritime avec des variations saisonnières faibles (le mois le plus chaud avec une moyenne des extrêmes de 25° et de 36° ; le mois le plus froid avec la moyenne des extrêmes de 22° et 29°); au nord, le climat continental avec des variations saisonnières importantes (le mois le plus chaud avec la moyenne des extrêmes de 28° et de 46° , le mois le plus froid avec la moyenne des extrêmes de 14° et de 32°).

Si l'on compare les extrêmes absolus pour une année quelconque, 1906 par exemple, on voit qu'à Porto-Novo la plus basse température observée a été de 16° (8 janvier), la plus élevée de $37^{\circ}8$ (8 mars), soit une différence de $21^{\circ}8$. Pour Niamey, le minimum absolu, la même année, a été de $7^{\circ}5$ (21 janvier), le maximum absolu de $47^{\circ}3$ (19 avril), soit une différence de $39^{\circ}8$, c'est-à-dire près du double de la précédente. Ces chiffres sont suffisamment probants pour qu'il soit inutile de pousser plus loin la comparaison.

En ce qui concerne Ouagadougou, on voit que les courbes sont bien parallèles à celles de Niamey. Il est permis de supposer que si les maxima sont inférieurs pour Ouagadougou cela résulte de la différence de latitude. La même supposition peut être faite pour le moins grand abaissement de la courbe des minima d'Ouagadougou au solstice d'hiver. Enfin la courbe plus basse des minima à Ouagadougou, de mars à octobre, s'explique très bien par la quantité d'eau tombée pendant cette période en ce lieu, où les pluies sont beaucoup plus abondantes et durent beaucoup plus longtemps. Il y a sans doute d'autres facteurs encore à faire intervenir.

Il convient d'insister tout spécialement sur l'identité d'allure

des deux courbes de Niamey et d'Ouagadougou pour l'année 1905. Cette identité se vérifie pour 1906, et cela autorise à croire qu'elle avait lieu auparavant, et permet une substitution des courbes d'Ouagadougou à celles de Niamey, du moins pour la discussion.

Les courbes de Parakou, très incomplètes, ont bien l'allure générale des autres en ce qui concerne 1905. Nous n'avons aucun moyen de contrôle relativement aux chiffres de ce poste. Ce qu'il y a de plus curieux, c'est l'allure de la courbe des minima, qui, pour les deux années 1905 et 1906, se trouve constamment inférieure à toutes les autres, ce que ne fait pas prévoir la position géographique de Parakou. Jusqu'à présent la seule cause possible est l'abondance des précipitations atmosphériques, qui, dans cette région, peuvent être supérieures à ce qu'elles sont à la côte. Mais cela n'explique pas pourquoi, en saison sèche, les minima de Parakou sont inférieurs à ceux de tous les autres postes. L'influence de l'altitude paraît difficile à invoquer.

VARIATIONS DIURNES

Les variations diurnes sont absolument conformes à la théorie. Elles se traduisent, pour tous les lieux, par une courbe dont la branche est régulièrement ascendante depuis le moment qui précède le lever du soleil jusqu'aux environs de 13 heures, un peu après le passage du soleil au méridien. Puis la courbe devient régulièrement descendante depuis 13 heures jusqu'au lever du soleil, le lendemain. Ces variations diurnes sont, pour un même lieu, plus fortes pendant la saison sèche que pendant l'hivernage, et pour deux stations différentes, beaucoup plus fortes pour la station septentrionale.

La courbe normale représentative de la température d'une journée se trouve profondément modifiée par une perturbation locale (orage, pluie). Une pluie survenant au milieu de la journée fait brusquement descendre la température de plusieurs degrés, et celle-ci peut remonter de nouveau si la pluie a duré peu longtemps. Il n'a pas été fait d'observations précises à ce sujet.

Les courbes des moyennes de minima et de maxima mensuels donnent une très bonne idée des variations quotidiennes au cours d'une même année. Il n'y a pas d'intérêt à publier de longues

séries de chiffres. Toutes les observations relatives à Porto-Novo et Ouagadougou que j'ai consultées ne donnent aucun nombre aberrant.

VARIATIONS ANNUELLES

Il est impossible à l'heure actuelle de connaître comment la température varie dans un cycle de plusieurs années, puisque les premières observations sont très récentes.

Dans un graphique (fig. 4) toutes les moyennes des extrêmes mensuels pour Porto-Novo ont été réunies, et cela permet de déterminer deux zones entre les limites desquelles avaient varié depuis 1897 :

1^o Pour la 1^{re} zone, tous les maxima moyens de chaque mois

2^o Pour la 2^e — minima —

Après avoir établi un graphique identique pour Ouagadougou (Fig. 5), j'ai marqué pour l'un et l'autre cas la courbe représentative des températures pour 1905. Or on verra que les extrêmes des minima et des maxima varient de moins de deux degrés en 10 ans pour Porto-Novo ; encore cette différence doit-elle être considérée comme exceptionnelle. On verra également que pour Ouagadougou les extrêmes des minima moyens de chaque mois n'ont pas varié d'un demi-degré en cinq ans. Cette régularité est, je crois, une caractéristique des climats tropicaux.

On voit aussi que l'année 1905, quoique plutôt un peu chaude au printemps, un peu fraîche pendant l'hivernage, donne une parfaite idée de la moyenne des températures de la colonie, ce qui rend très légitime le choix qui en a été fait et cela ajoute quelque force aux théories exposées précédemment.

En ce qui concerne les variations annuelles, il y aurait un grand parti à tirer de la connaissance des moyennes générales, ce qui permettrait la construction de lignes telles que les isothermes, isochimènes, isothères, etc.. Mais ce travail n'est pas possible actuellement (1).

1. On ne peut comparer que la moyenne générale de Porto-Novo, Ouagadougou et Niamey pour 1905, et celle de Porto-Novo et Niamey pour 1906 :

	Porto-Novo	Ouagadougou	Niamey
1905	27,54	27,29	28,57
1906	26,52	?	29,66

On voit que, pour le moment, on ne peut tirer aucun parti de ces chiffres.

Il serait également précieux de connaître pour chaque région la quantité de chaleur reçue par unité de surface, celle-ci ayant en effet une grande importance dans les pays tropicaux. Mais dans la colonie on ne possède pas d'actinomètre.

Toutes les températures signalées précédemment sont celles qui ont été constatées au voisinage du sol (2 m. environ) et dans des pays de plaine. On ne possède aucune indication sur la température à une certaine hauteur, soit dans l'atmosphère, soit sur les montagnes.

Toutes ces températures sont données en valeur absolue, aucune correction n'ayant été faite relativement à l'altitude.

Vents

Les observations qui ont été faites jusqu'à ce jour sur la direction des vents sont seulement celles données par les girouettes, par conséquent elles sont loin d'avoir la valeur de celles intéressant la haute atmosphère.

En ce qui concerne les vents de basse altitude il est remarquable de voir avec quelle précision leur régime est conforme à la théorie.

MOUSSON

La mousson s'établit pour tous les points un peu avant le passage du soleil au zénith sans doute parce que, dès que cet astre est assez haut au-dessus de l'horizon, il échauffe suffisamment le continent pour produire un courant aérien. Pour l'année 1906, à Porto-Novo, la dernière fois qu'a soufflé, le matin, le vent du nord venant contrarier la brise de mer, était le 9 mars ; le lendemain la mousson s'établissait. Pour Niamey, le changement est appréciable avec une grande rigueur. Les vents qui, depuis le début de la même année, venaient de l'est (est, nord-est, sud-est), soufflent brusquement, le matin, de l'ouest (ouest, nord-ouest, et sud-ouest) dès le 13 avril (1).

1. On pourrait faire cette objection que les vents d'ouest qui soufflent à Niamey ne sont pas nécessairement des vents de mousson, ceux-ci devant venir du sud. Mais il ne faut pas oublier : 1^o que nous avons affaire aux indications des

Mais au lieu de cesser après le passage du soleil au zénith, la mousson continue à souffler fort longtemps. D'une part il est vraisemblable que les masses d'air, en vertu de leur inertie, entretiennent le courant aérien pendant un certain temps. D'autre part il ne faut pas oublier que l'équateur thermique se trouve au nord du Dahomey et que sa présence doit avoir une certaine influence sur le jeu des courants aériens.

On a constaté pour 1906 que les vents d'ouest cessent définitivement à Niamey le 2 novembre. Ceux du nord, qui, à Porto-Novo, indiquent que la mousson est remplacée par un autre courant aérien, sont signalés le matin depuis le 13 du même mois (1).

La valeur de ce vent est plutôt faible, elle est exceptionnellement représentée par le chiffre 3 (assez fort), le plus souvent par le chiffre 1 (faible).

On a vu précédemment que du conflit de la mousson avec les masses aériennes de l'atmosphère, en mouvement ou non, lors de son établissement ou de sa cessation, devaient résulter des orages. Les premiers qui aient été constatés sont : à Porto-Novo, au début de février, mais ils ne deviennent réguliers que depuis mars ; à Niamey, le 18 avril. Les derniers sont, à Porto-Novo, ceux de fin novembre ; à Niamey, ceux du 27 octobre. On remarquera, pour Niamey surtout, avec quelle précision ils cadrent avec les limites de la période de la mousson.

HARMATTAN

Dans toute l'Afrique occidentale, on désigne sous le nom d'harmattan le vent qui, en hiver, souffle de l'intérieur du continent.

girouettes impressionnées par des vents rasant la surface du sol et dont la direction est modifiée localement par le moindre accident de terrain ; 2^o qu'à cette latitude, il y a également des moussons venant d'ouest, et que leur direction peut influencer celle des moussons venant du sud. Ce qu'il faut retenir c'est qu'il y a un changement brusque dans la direction des vents et que ce changement dure 7 mois de suite sans aucune interruption. Ce n'est donc pas une perturbation locale, mais bien un régime nouveau qui s'établit.

1. Pour les vents autres que ceux du S.-W., on ne peut tenir compte, à Porto-Novo, que de ceux qui soufflent le matin, puisque la brise de mer règne toute la journée.

A Porto-Novo, on constate qu'il vient du nord ; à Niamey, qu'il vient de l'est. En réalité, c'est tout simplement la branche de retour du grand courant de retour qui, à l'époque où la mousson ne souffle plus, se trouve à une très basse altitude. A la latitude de Niamey, il conserve sa direction normale. Quant aux régions méridionales de la colonie, elles ont à la même époque une température plus élevée que celles du nord, ce qui détermine un courant inverse de celui de la mousson. Mais au lieu que celui-ci se manifeste d'une façon indépendante, il se confond avec l'harmattan qui est dévié vers le sud. Il est possible aussi que l'harmattan se refléchisse partiellement sur la ligne continue de hauteurs que forme l'Atacora, depuis l'océan jusqu'au Niger.

L'harmattan a soufflé à Porto-Novo, pour 1906, du 1^{er} janvier au 1^{er} mars, et du 20 novembre au 31 décembre, ce qui fait un peu plus de 3 mois par an. A Niamey, on l'a observé du 1^{er} janvier au 11 avril et du 3 novembre au 31 décembre, soit environ pendant 5 mois. Bien entendu, pendant ces durées, il ne s'agit pas d'un vent qui souffle constamment à la surface du sol, mais il est néanmoins très régulier.

Au contraire des moussons, l'harmattan est un vent extrêmement sec. Dans les points où son action n'est pas neutralisée par des vents locaux humides (brise de mer), il détermine des effets mécaniques puissants (1).

BRISE DE MER

La brise de mer est un vent quotidien dont l'intensité est très variable. A la côte elle vient du sud-ouest ; à Cotonou elle commence régulièrement vers 8 heures du matin, dure jusqu'à 8 heures du soir, puis la brise de terre commence vers 11 heures du soir jusqu'à 6 heures du matin.

La brise de mer se ferait sentir très loin dans l'intérieur, paraît-il. Elle souffle très nettement à Zagnanado, dont la situation, il est

1. Pendant l'harmattan les troncs d'arbres, débités dans le sens de la longueur et fixés les uns à côté des autres pendant la saison des pluies pour former le tablier des ponts, sont gondolés de telle manière qu'ils laissent entre eux des vides de 10, 15, 20 centimètres. Le papier se recroqueville, etc.

vrai, est un peu exceptionnelle. On m'a affirmé que, vers 8 heures du soir, on la sentait également sous la latitude de Savé, à moins de 200 kil. de la côte. Je n'ai pu contrôler ce renseignement.

VENTS LOCAUX, TORNADES

En dehors de ces vents, il peut y avoir pour chaque point particulier, des vents locaux déterminés soit par la position géographique, le relief, etc. Il n'y a pas à en tenir compte dans cette étude.

On désigne sous le nom de tornades — un peu arbitrairement à mon sens, — les orages violents qui s'établissent au début de l'hivernage. Ils sont accompagnés de coups de vent extrêmement violents qui, dans certaines régions, soulèvent de grandes quantités de poussière. Dans le nord, où le sol est recouvert de sable, le vent acquiert une force suffisante pour soulever celui-ci à une hauteur considérable, et c'est un épais rideau de sable que l'orage déplace avec rapidité sur son front.

La force de certains coups de vent peut devenir énorme. Au début de 1906 l'un d'eux a déterminé l'échouage du vapeur *Mono* devant le poste de Bopa. Un autre, à la même époque, a déraciné plusieurs arbres, des baobabs notamment, au poste de Parahoué. Je signale ces deux faits que j'ai eu l'occasion de contrôler, mais ils ne sont certainement pas isolés dans la colonie.

Précipitations atmosphériques.

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

De même que pour celui des vents, il est étonnant de voir avec quelle précision le régime des pluies cadre avec les conceptions théoriques. Grâce à un heureux concours de circonstances il se trouve que pour les territoires situés sous le méridien de Paris, c'est justement à l'intérieur du Dahomey que les deux zones représentatives des deux saisons de pluies se réunissent en une seule.

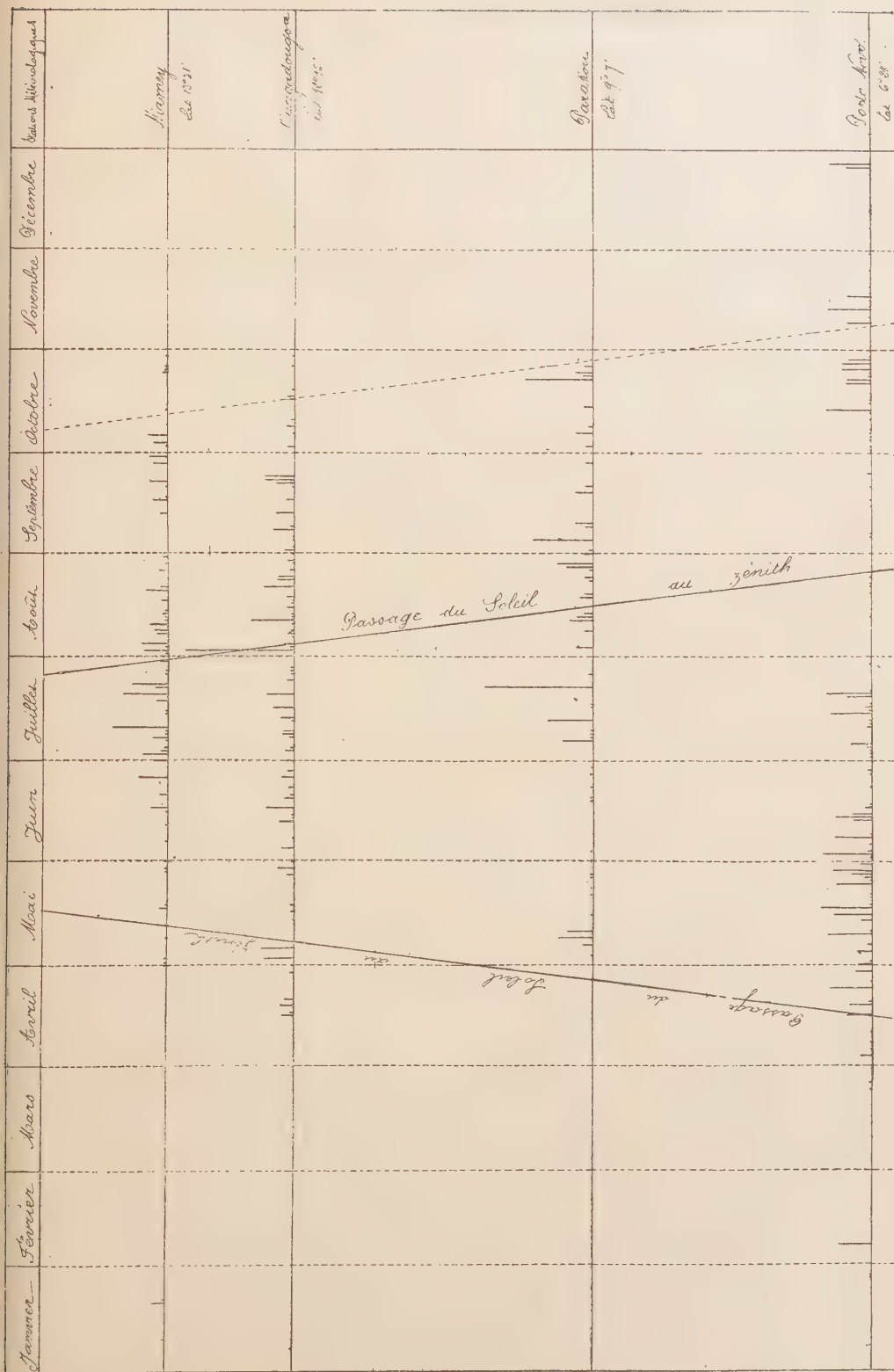


Fig. 6. — Pluies en 1906.

Le graphique représentatif de la durée des pluies est, pour 1906, (Fig. 6) plus compliqué que celui servant à traduire de pures conceptions théoriques. Sur la ligne des abscisses, on porte des longueurs proportionnelles à tous les jours de l'année, sur la ligne des ordonnées, des longueurs proportionnelles aux latitudes des stations. De chaque station ainsi déterminée on mène des parallèles à la ligne des abscisses, qui constituent, si l'on veut, des abscisses secondaires, propres à chaque poste. Sur chacune des lignes secondaires des abscisses on portera pour chaque jour, comme ordonnées, des longueurs proportionnelles (réduites au 1/8) (1) à la quantité d'eau tombée dans chacune des stations. On aura ainsi exactement la représentation de toutes les pluies tombées dans une année, avec leur hauteur, pour les quatre observatoires considérés.

Un premier coup d'œil jeté sur un tel graphique met en évidence deux points très intéressants parce qu'ils cadrent parfaitement avec la théorie : 1° la position qu'occupe, pour chaque station, le début de la saison des pluies, qui coïncide avec le passage du soleil au zénith ; 2° l'allure de la surface représentative de la durée des pluies, qui est la même que celle de la surface théorique, mais simplement plus large.

Voyons maintenant les divergences entre les conceptions théoriques et les faits observés.

Pour le début de la saison des pluies, par rapport au passage du soleil au zénith, on constate, pour 1906, une légère avance (sauf pour Parakou) (2) ; elle est naturelle puisqu'on peut très bien admettre que le soleil chauffe suffisamment le continent pour provoquer des précipitations atmosphériques lorsqu'il est seulement très haut au-dessus de l'horizon (3). Cependant l'avance d'Ougadougou paraîtra anormale. La situation géographique de

1. Ces longueurs sont exagérées pour les jours où la quantité d'eau tombée est très faible.

2. Je n'insiste pas sur le retard de Parakou, qui paraît irrégulier pour 1906. Il suffit, du reste, de comparer les tableaux 1905 et 1906 pour voir que ce retard n'est pas constant.

3. Nous avons déjà vu que de même la mousson s'établissait *avant* le passage du soleil au zénith.

cette localité, située à plus de 3° à l'ouest des autres postes, est l'une des raisons de cette avance. C'est sans doute aussi grâce à sa situation relativement à Niamey, que ce point reçoit une plus grande quantité de pluie.

On remarquera que les premières pluies sont généralement très faibles : ce sont celles que j'appellerai *pluies zénithales*. Elles sont provoquées par l'échauffement rapide des couches atmosphériques, déterminant une évaporation intense, une ascension de la vapeur d'eau et sa condensation, tout cela en quelques heures et sur place. Dans les pays où je me suis trouvé au début de l'hivernage, j'ai toujours observé ces précipitations vers 14 ou 15 heures. Elles sont bien le résultat d'une succession de phénomènes sur place, parce que, jusqu'au moment où il pleut, le ciel demeure clair et l'on ne constate aucun transport appréciable de nuages. En certaines régions on observe plutôt ces pluies aux premières heures du matin ; dans ce cas, le mécanisme de la production serait sensiblement différent : la condensation étant simplement le fait du refroidissement nocturne.

Chacune de ces pluies dure peu (rarement plus d'une heure), ce qui tient à la faible quantité de vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère.

Si l'on admet que ces pluies commencent à s'établir moins d'un mois avant le passage du soleil au zénith, elles devraient cesser un mois après. Et pour tous les lieux de la colonie, il y aurait au plus quatre mois de pluies.

On sait qu'il n'en est pas ainsi, parce qu'aux pluies zénithales viennent s'ajouter, se superposer même, les pluies que je désignerai sous le nom de *pluies apportées*. Elles sont dues surtout à la mousson, qui se charge d'une très forte quantité de vapeur d'eau et l'entraîne dans l'intérieur du pays. Cette vapeur d'eau se résout en pluie au fur et à mesure de son parcours, sans qu'il y ait nécessairement, comme pour les pluies zénithales, condensation dans les hautes régions de l'atmosphère, grâce à l'influence calorifique du soleil : des causes purement locales, et qui nous échappent par leur complexité, peuvent seules intervenir. Naturellement la saison pendant laquelle le pays va recevoir les pluies apportées va être celle-là même pendant laquelle

souffle la mousson. Mais les pluies cessent environ un mois plus tôt que la mousson, sans doute parce que celle-ci, de moins en moins régulière à mesure que le soleil devient plus oblique, apporte une quantité de vapeur d'eau beaucoup plus faible (1).

Puisque la vapeur d'eau, qui donne naissance aux pluies apportées, vient de la mer, les régions doivent être d'autant mieux arrosées que leur latitude sera plus basse ; les pluies qu'elles recevront seront plus longues, plus abondantes, plus régulières. Ces faits sont confirmés par l'observation.

En outre, comme la mousson s'appauvrit en vapeur d'eau à mesure qu'elle progresse vers le nord, comme de plus elle dure de moins en moins longtemps, comme sans doute elle est aussi plus capricieuse, il est normal de penser qu'en un point suffisamment septentrional, les pluies deviendront rares et très inégales d'une année à l'autre. C'est ce qui se produit en effet : bien au sud du tropique, les pluies régulières cessent (Sansan-Haoussa, par environ 14° de latitude, confine déjà au désert).

Comme je l'ai fait prévoir dans la discussion théorique, la présence de la mousson vient compliquer profondément le régime des pluies. Tant que le soleil et ce courant aérien, qu'il a engendré, se déplacent dans le même sens, les phénomènes sont relativement simples. Mais lorsque le mouvement apparent du soleil est inverse, il y a, en opposition, une série de facteurs dont il devient délicat de dégager la part respective.

Les pluies zénithales, qui se produisent certainement lors du second passage du soleil, se confondent avec les pluies apportées qui durent encore. Il est bon de remarquer en effet qu'à ce moment, il y a, en général, recrudescence des pluies en tous les points du territoire. A la côte, où les pluies avaient cessé à la fin de juillet, cette recrudescence est marquée par de nouvelles pré-

1. Il y a sur le graphique ci-joint parallélisme rigoureux entre les lignes qui représentent les passages du soleil au zénith et celles qui marquent le début et la fin des pluies. Mais il serait incorrect de dire que, dans le second cas, il y a relation directe de cause à effet entre le phénomène astronomique et le phénomène météorologique. La vérité est que la position du soleil a une influence directe sur la durée de la mousson et que la fin de celle-ci est en rapport étroit avec la fin de la saison des pluies.

cipitations à la fin d'août. Là en particulier, où les pluies apportées ne tombent plus, le caractère des pluies zénithales est bien facile à observer. Elles y marquent une nouvelle saison des pluies qui ne se termine qu'en novembre.

Mais pourquoi à la côte précisément, où il y a des saisons de pluies bien tranchées, les précipitations cessent-elles une première fois vers le 20 juillet ? On peut penser qu'à cette époque de l'année, les rayons solaires, plus obliques, chauffant moins à la côte, il n'y a pas condensation par suite de l'ascension de la vapeur d'eau, tandis que ce mode de condensation peut persister dans le nord, où l'obliquité des rayons solaires est alors moindre.

Mais à côté de cette cause, il y en a au moins une autre, plus importante, se produisant chaque année avec la régularité d'un phénomène astronomique et qui nous échappe.

On peut se demander également pourquoi, à la côte, la petite saison des pluies n'acquiert une réelle intensité que pendant le mois d'octobre. C'est un fait d'expérience que la fin de chaque saison des pluies, dans toute la colonie, est marquée par des précipitations plus abondantes, mais je ne crois pas qu'on l'ait jamais interprété.

D'après M. Drot, qui a publié une étude très consciencieuse sur le Haut-Dahomey (1), il y aurait dans le nord, une petite saison sèche en juillet. Cette affirmation est en contradiction *formelle* avec *tous* les chiffres recueillis à Parakou, Niamey et Ouagadougou. Mes conditions de vie nomade dans les pays considérés ne me permettent pas de prendre parti dans la question, mais je tiens à signaler cette divergence d'interprétation dans l'espérance de voir la question solutionnée d'ici peu.

INFLUENCES LOCALES

En dehors de ces considérations d'ordre général, il y en a certaines autres qui influent notablement sur le régime des pluies des différents lieux. Ainsi la position géographique d'une localité et son altitude modifient la marche des précipitations atmosphériques. Par exemple à Parakou, dont l'altitude est notablement

1. Drot, *loc. cit.*

supérieure à celle de Porto-Novo, il tombe parfois plus d'eau que dans cette dernière localité. Il se produit un fait analogue, mais beaucoup plus marqué dans le Togo allemand, dont l'arrière-pays est montagneux.

Les accidents topographiques localisés peuvent déterminer aussi des variations, mais celles-ci n'intéressent qu'une surface peu étendue. Il en est autrement de l'Atacora, qui, en raison de sa largeur surtout, amène un retard sensible dans l'apparition des pluies au Gourma. Ce retard peut atteindre, à latitude égale, une quinzaine de jours pour les pays situés au-delà du versant occidental du massif.

QUANTITÉS D'EAU TOMBÉES

Les précipitations atmosphériques, même au moment où elles sont le plus violentes, ne durent généralement que quelques heures de suite. Elles ont rarement lieu entre le lever du soleil et midi. Elles n'englobent à la fois qu'une surface restreinte. Relativement à la durée, la masse d'eau tombée est toujours très forte ; on a constaté — exceptionnellement il est vrai — des précipitations de 130 mm. en 24 heures.

Il ne faut donc pas attacher une trop grande importance aux chiffres qui représentent, pour un même point, les chutes quotidiennes. Et c'est pourquoi, si, dans le graphique relatif aux pluies, les quantités d'eau tombées en chaque point, ont été représenté avec le plus d'exactitude possible, il n'en a été tiré aucun parti pour la discussion.

Mais on pourra dire que les chiffres utilisés ne correspondent pas à la moyenne pour chaque point considéré, et que même, s'ils correspondaient, ils ne seraient pas démonstratifs pour les points intermédiaires. C'est pour répondre à ces objections que le tableau III a été dressé. En même temps qu'il donne le complément d'informations nécessaires à ce paragraphe et qu'il fait connaître notamment la nature des variations extrêmes, il montre que dans l'année choisie les précipitations atmosphériques sont abondantes, sans être exceptionnelles, pour Porto-Novo. Il est admissible qu'elles soient également normales pour les autres postes, où nous avons trop peu de documents

I. PORTO-NOVO				III. OUAGADOUGOU			
Année	Quantité d'eau tombée mm.	Mois où il tombe le plus d'eau	Nombre de jours de pluie par an	Année	Quantité d'eau tombée mm.	Mois où il tombe le plus d'eau	Nombre de jours de pluie par an
1906	1.524	Mai	141	1906	959,4	Août	81
1905	1.164	Juillet	125	1905	773	Août	78
1904	manque trois mois	Juin	100	1904	894	Août	81
1903	918,2	Juillet	100	1903	manque un mois	août	
1902	789	Juin	109	1902	823,6	Juillet	
1901	1.756,7	Septembre	148	Moyenne . .	862,4		80
1900	1.650,8	Mai	138				
1899	905,7	Juin	128				
1898	1.697,8	Juin	124				
1897	931,2	Mai	88				
Moyenne . .	1.259,7		122				
II. PARAKOU				IV. NIAMEY			
Année	Quantité d'eau tombée mm.	Mois où il tombe le plus d'eau	Nombre de jours de pluie par an	Année	Quantité d'eau tombée mm.	Mois où il tombe le plus d'eau	Nombre de jours de pluie par an
1906	866	Août	54	1906	599,4	Juillet	66
1905	1.387	Juillet	97	1905	482,6	août	52
Moyenne . .	1.126,5		70	Moyenne . .	541		59

TABLEAU III. — Pluies.

pour tirer des conclusions définitives. Mais il est de toute évidence que les chiffres considérés donnent une idée générale qu'on peut admettre comme bonne. A ce tableau est joint un gra-

Fig. 7. — Jours de pluies en 1905.

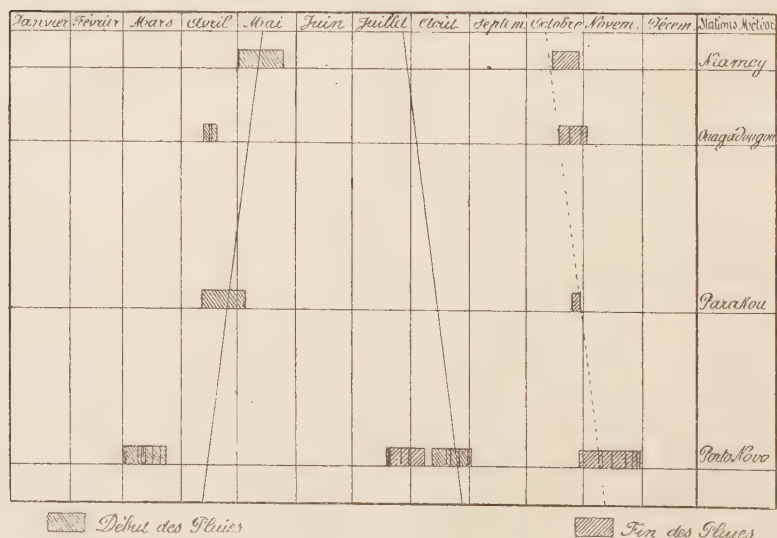
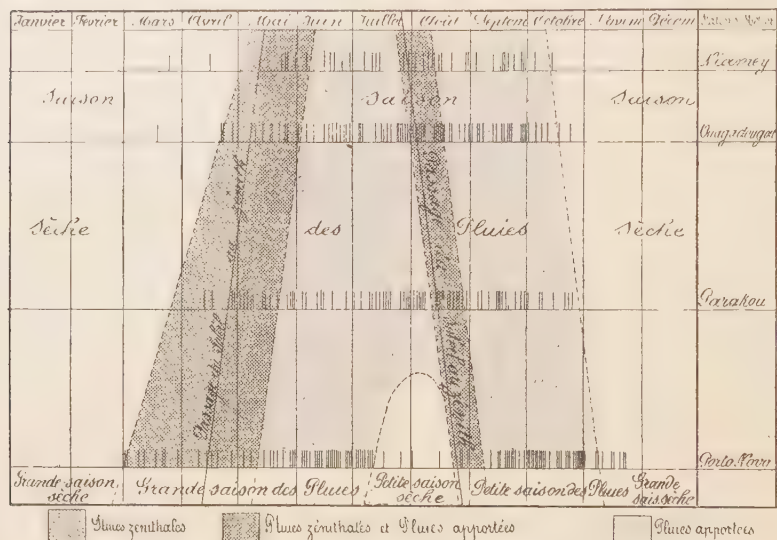


Fig. 8. — Limites extrêmes de la saison des pluies depuis 1897.

phique construit pour 1905 sur les mêmes bases que celui de 1906 (Fig. 7) ; il est simplement relatif au nombre de jours de pluie, les

quantités proportionnelles d'eau tombée n'ayant pas été indiquées. On voit que pour la durée des saisons de pluie les deux graphiques sont très voisins. Un autre graphique (fig. 8), établi d'après l'ensemble des documents recueillis jusqu'à ce jour, montre les variations insignifiantes que subit la durée de la saison des pluies pendant une période de plusieurs années. Cela vient confirmer les idées exposées précédemment au sujet de la régularité, dans le temps, des phénomènes qui provoquent les précipitations atmosphériques.

VARIATIONS DE LONGUE DURÉE

En dehors des variations indiquées précédemment, lesquelles se compensent, en quelque sorte, d'une année à l'autre, il se présente des variations de deux ordres. Les premières, dont le cycle est d'assez longue durée, se reproduiraient régulièrement. Mais elles sont mal connues, non étudiées, et leurs causes demeurent ignorées.

J'ai souvent entendu dire qu'il y avait des pluies particulièrement fortes tous les 7 ans, mais cela n'est nullement démontré.

Les autres variations sont encore beaucoup plus difficiles à saisir, parce qu'elles sont beaucoup plus lentes. Ce sont celles qui marquent la diminution progressive (1) des précipitations atmosphériques.

On ne possède pas actuellement de chiffres probants à ce sujet, mais le résultat est indéniable comme le prouve le débit décroissant des cours d'eau. Ici les causes principales sont au nombre de deux. La première est due à l'évolution des forces naturelles qui contribuent de plus en plus au dessèchement de toute cette partie de l'Afrique (2). L'homme est la seconde cause du dessè-

1. On a déjà fait observer qu'entre le Sahara et le Soudan la limite commune s'était fréquemment déplacée et que par conséquent, il était permis de supposer que la région des pluies régulières pouvait de nouveau venir empiéter sur la zone désertique. Cela n'est nullement impossible en effet. Seulement la période que nous traversons actuellement n'en est pas moins marquée par une rétrogradation du Soudan. En outre, il est certain qu'au cours de la période géologique actuelle, la différence entre les progrès accomplis par le Soudan et ceux accomplis par le Sahara demeure en faveur de cette dernière région.

2. Ainsi par exemple l'harmattan se fait de plus en plus sentir et les sables qu'il pousse devant lui, après avoir recouvert la rive gauche du Niger, commencent à apparaître sur la rive droite.

chement progressif du Dahomey et son action est certainement plus rapide que celle de la nature.

Par des feux de brousse répétés, seul moyen usité par les indigènes pour défricher, beaucoup de végétaux vivaces périssent chaque année. Les essences ligneuses qui résistent, chétives et rabougries, atteignent de 2 à 4 mètres de hauteur, alors que dans les endroits où les indigènes ont toujours écarté l'incendie (1), la végétation prend une allure de forêt : les arbres de 40 et 50 mètres n'y étant pas rares (2).

Or l'action dévastatrice de l'homme ne faisant guère que s'accroître, en raison de besoins plus grands, il en résulte que la végétation devient de plus en plus pauvre et que les pluies sont de moins en moins abondantes.

GRÊLE

Dans le Haut-Dahomey on constate de temps en temps (une fois par an ou tous les deux ans pour un même point) la chute de la grêle. Ce phénomène se produit au début de l'hivernage. Je n'ai pas eu l'occasion de le constater pendant mon séjour au Dahomey (3).

Brouillards et brumes.

Pendant l'hiver, on observe sur les lacs, les lagunes et les grandes rivières un brouillard assez opaque. Il en est de même au-dessus des hauteurs de l'intérieur. Ce brouillard est dû à une condensation plus forte pendant la nuit de la vapeur d'eau en contact avec les points où le rayonnement nocturne est le plus intense. Il ne s'observe du reste que le matin et disparaît lorsque le soleil est suffisamment haut sur l'horizon.

1. Pour des raisons de défense, le plus souvent.

2. Si le pays au nord d'Abomey n'avait pas été dévasté par les incendies de brousse, la forêt existerait certainement jusqu'à une très grande distance de la côte. Mais ce ne serait évidemment pas la forêt dense, comme à la Côte d'Ivoire par exemple, mais simplement la forêt claire.

3. La grêle a été signalée à Porto-Novo les 9, 28 et 31 mars 1893 (*Ann. du Bur. cent. météor.* Paris, 1897), et jamais depuis.

A une tout autre cause est due la brume qui recouvre le pays (également pendant l'hiver) et qui est suffisamment opaque pour permettre d'observer directement le disque du soleil, qui apparaît alors d'un blanc rougeâtre. Cette brume est formée par les particules solides entraînées par l'harmattan, lorsqu'elles sont suffisamment ténues pour demeurer en suspension dans l'air

L'humidité peut aussi déterminer de la brume sur un point particulier de la colonie. Mais c'est alors un phénomène purement local.

Disons enfin que la transparence de l'atmosphère est beaucoup plus grande dans le nord que dans le sud. Et, cependant, la lumière paraît beaucoup plus riche en radiations les plus rapides (ultra-violet) dans le sud, où les actions physiologiques du soleil sont beaucoup plus redoutables.

Pression atmosphérique. Orages.

On a vu que l'hivernage était encadré de deux périodes d'orages, provoqués par des ruptures d'équilibre résultant de l'établissement et de la cessation de la mousson.

Ces orages durent généralement plusieurs heures au-dessus d'une même région. Ils se déplacent rapidement et leur trajectoire est rectiligne. Ils ont surtout lieu le soir ou la nuit, et sont très violents. Les décharges électriques sont extrêmement nombreuses ; il n'est, du reste, pas rare de voir les éclairs simultanément sur un certain nombre de points à la fois. Pendant l'hivernage, on n'observe pas d'orages pendant le mois de septembre à Niamey, et du 15 juin au 15 octobre à Porto-Novo.

Tous les chiffres recueillis, aussi bien par les stations météorologiques que par moi-même, m'ont montré que, normalement, la pression atmosphérique passe par un maximum vers 8-9 h. et par un minimum vers 14 et 15 h. (1), les écarts demeurant toujours inférieurs à 6 m/m. pour une même journée.

Les variations de pression sont toujours très faibles. A Porto-

1. Cependant les observations faites à Niamey montrent qu'accidentellement la pression vers 14 h. est la plus forte de la journée.

— des variations diurnes fortes ; — un état hygrométrique très variable, mais toujours moins élevé que celui de la côte ; — des pluies régulières, mais moins abondantes (0 m. 55 par an) et ne durant que pendant une seule saison, celle-ci moins longue que la durée de l'hivernage à la côte.

L'intérêt spécial de ce chapitre est d'apporter une vérification expérimentale, pour un pays étendu, des théories actuelles relatives à la circulation générale de l'atmosphère.

ROLE DES AGENTS EXTÉRIEURS

Au cours de la description géologique, j'aurai fréquemment à signaler l'action des phénomènes actuels. C'est pourquoi il m'a paru préférable d'étudier ceux-ci dans leur généralité, en choisissant les exemples les plus nets.

Cette façon de procéder aura aussi l'avantage de mieux montrer certains phénomènes qui se manifestent dans les pays tropicaux avec une intensité qu'on ne leur connaît point dans nos contrées ; elle permettra d'indiquer dans quelle mesure s'appliquent aux territoires parcourus les observations recueillies dans les autres régions tropicales, et facilitera ainsi les recherches ultérieures qui seront faites dans la colonie.

V

L'ATMOSPHERE

§ 1

PHÉNOMÈNES D'INSOLATION

CHALEUR REÇUE

Dans le chapitre précédent, on a vu que la quantité de chaleur reçue par unité de surface, lorsque le soleil brillait, était considérable. Mais si l'on n'a pas les moyens de l'évaluer, elle n'en demeure pas moins facile à apprécier notamment dans les points dépourvus de végétation. Ainsi, vers le milieu du jour il est impossible de tenir la main sur certaines roches ; et il m'est arrivé de voir mes hamacaires souffrir très vivement en passant sur des sables chauffés depuis plusieurs heures, une fois notamment près de Hueyogboué. La chaleur reçue est si intense qu'elle devient parfois visible par un heureux concours de circonstances. Voici comment : lorsque vers midi on place l'œil au niveau d'un banc de sable du lit desséché d'un fleuve, on voit très nettement l'air chaud s'élever comme au-dessus d'un foyer ardent. Ce phénomène, qui cesse presque aussitôt après que le soleil est masqué, est si net qu'il est possible de le photographier : après un temps de pose suffisant, les fonds sont parfaitement nets sur le cliché, sauf au niveau du banc de sable, où le trop rapide déplacement de l'air chaud vient donner une image floue.

ACTION SUR LES ROCHES MEUBLES

Il est aisé de concevoir que, dans ces conditions, la chaleur solaire puisse avoir une action modificatrice importante sur les roches. Lorsque ce sont des sables à peine agglomérés par un ciment argileux ou calcaire déposé par les eaux de surface, il arrive souvent que l'évaporation rapide détermine la formation de fissures nombreuses. Cela se produit aussi pour les grès très friables, mais les exemples de ce dernier cas sont rares et fort localisés.

On sait aussi que, dans les régions marécageuses, l'évaporation rapide détermine le fendillement de l'argile superficielle par voie de retrait. Au Dahomey, sous l'action du soleil, la contraction étant beaucoup plus grande à la partie supérieure, il se forme fréquemment des alvéoles concaves voisines les unes des autres, si bien qu'alors on a l'impression de marcher sur des fonds de jarres. Cet aspect du sol, très particulier, mérite d'être noté, parce qu'il intéresse des régions souvent étendues (Lama, bords du Niger).

ACTIONS SUR LES ROCHES COMPACTES

Décollements.

Mais c'est surtout sur les roches compactes que l'action du soleil est considérable. En ce qui concerne les grès, on ne rencontre de phénomènes nets que lorsque la roche est dure, à ciment siliceux et très dénudée. Alors, en raison même de l'inégalité de constitution de la masse, souvent formée de couches horizontales, il se produit des dilatations très différentes dans les assises superficielles qui finissent par se décoller. Les eaux sauvages ne tardent pas à entraîner par la suite des fragments ainsi détachés qui forment de véritables chaos de pierres (Logobou) (Pl. VII, 2).

L'action solaire se manifeste encore beaucoup plus nettement lorsqu'il s'agit de quartzites dont les parties superficielles se décollent encore plus facilement, en raison des plans de séparation qu'ils présentent originellement. (Pl. III, 1). Dans l'Atacora, il arrive qu'on marche pendant plusieurs kilomètres sur un sol cons-

titué uniquement de débris de quartzite de quelques décimètres de longueur, que l'action solaire a contribué à débiter (Pl. VI, 2, Pl. XVI).

Desquamation.

Les phénomènes d'écaillage sont extrêmement nombreux dans toute la région granitique et gneissique. M. J. Walther a montré (1) que de tels phénomènes sont dus aux variations de température auxquelles la partie superficielle des roches se trouve portée, ce qui détermine des dilatations inégales et par suite des décollements. Très souvent, au bas des pentes surtout, les écailles ainsi formées atteignent moins d'un demi-centimètre d'épaisseur avec un maximum de quarante centimètres de longueur. Mais il peut se faire qu'une masse importante de la roche se trouve intéressée. Le dôme d'Enicpopo (mont de Savé) montre un seul décollement qui s'étend sur les 2/3 de son flanc occidental, soit sur plus de 100 mètres de hauteur (Pl. IV, 2). La partie ouest du dôme oriental de la région de Tchetti montre plusieurs écailles successives (Pl. II, 2) qui atteignent une dizaine de mètres de hauteur, avec une épaisseur voisine de deux mètres.

Les phénomènes d'écaillage se produisent aussi dans les boules de diabase mais ils ne sont pas dus uniquement à des actions calorifiques. Ils sont d'ailleurs très limités.

Eclatement.

Le débit en écailles, toujours minces par rapport à leur longueur, favorise beaucoup l'éclatement de la roche sous l'action des rayons solaires. C'est le cas, pour une des écailles de Tchetti, fendue en deux parties (Pl. II, 2) et pour un affleurement *en dalle* assez étendu, au voisinage d'Agouna, sur la route de Djouloucou, où un décollement partiel (Pl. III, 2) a été suivi d'éclatement.

Il est beaucoup plus rare que des blocs isolés éclatent sous l'ac-

1. J. Walther, *loc. cit.*

tion des rayons solaires. On en rencontre cependant, précisément dans les deux gisements signalés plus haut. Près d'Agouna, un arbre a poussé entre les morceaux d'un bloc ainsi éclaté, et il les a notablement écartés en se développant (Pl. III, 2) ; à Tchetti, on remarque un bloc de plusieurs mètres de haut, dont la fracture, due à la chaleur, s'est produite suivant une surface courbe, curieusement ondulée (Pl. II, 2).

PHÉNOMÈNES DE DÉFLATION

L'action érosive de l'atmosphère est des plus affaiblies au Dahomey. Du reste, les eaux sont la cause de phénomènes tellement importants qu'ils viennent presque toujours masquer ceux dus à l'action des vents. Qu'on compare en effet la manière d'agir des vents, purement mécanique, et celle des eaux, à la fois mécanique et chimique. Tandis que les vents burinent lentement les seules faces voisines de la normale à leur direction, les eaux s'insinuent dans les moindres fissures, dissolvent les éléments de la surface, décomposent ceux de la profondeur, désagrègent des blocs énormes et du même coup entraînent, avec une force irrésistible, les matériaux qu'elles rencontrent. De plus, le vent sec, qui est seul capable d'actions érosives notables, ne souffle que pendant quelques mois par an. Il faut remarquer enfin que le pays est couvert de végétation (ce qui exclut la possibilité pour le vent de rencontrer des « outils » d'érosion) et qu'il est essentiellement composé de roches riches en quartz (granites, gneiss, quartzites), sur lesquelles l'action éolienne est très limitée. Aussi l'on comprend que le Dahomey soit un des pays où cette action laisse forcément le moins de traces.

On peut tout au plus lui attribuer, dans le nord, les effets de corrosion de certains grès ferrugineux très meubles (à Bossia notamment) et le déchiquetage du conglomérat ferrugineux en petites cellules (dentelles de pierre), comme au voisinage de Niamey.

§ 3

PHÉNOMÈNES DE TRANSPORT

En ce qui concerne les phénomènes de transport, les vents agissent de deux manières : soit qu'ils déplacent simplement les sables de proche en proche, soit qu'ils les transportent directement à des distances considérables, comme c'est le cas pour l'har-mattan. Ce vent, nous l'avons vu, soulève des particules très fines, qui, en raison de leur légèreté, demeurent très longtemps en suspension dans l'air, à une grande hauteur, pour ne retomber qu'à des distances de plusieurs milliers de kilomètres. Mais ces matériaux n'apportent aucune modification appréciable au modelé de la colonie.

L'intensité du vent qui fait cheminer les sables sur le sol est très variable. Sur le bord de la mer, à la Bouche du Roi, près Grand-Popo, la brise de mer est normalement suffisante pour qu'un trou de 0 m. 30 de profondeur sur 10 cm. de diamètre soit comblé par le sable marin en une heure environ. Dans le nord, le vent est beaucoup moins fort, souvent même nul ; mais, dans les moments de tornade, il atteint une violence inouïe. Il soulève alors de véritables nuages de sable qui obscurcissent complètement l'horizon et laissent, après leur passage, un dépôt de plusieurs millimètres.

DUNES MARITIMES

Quoique la brise de mer soit très constante, les dunes maritimes sont peu importantes au Dahomey parce que la végétation fixe les sables souvent jusqu'à proximité de la mer. A Ouidah-Plage seulement, les vents ont contribué à donner au cordon littoral une

hauteur de plusieurs mètres au-dessus du niveau de la mer ; mais il n'y a pas, à vrai dire, une succession de dunes. On en rencontre quelques-unes à Cotonou, encore sont-elles toutes anciennes.

DUNES CONTINENTALES

Les dunes continentales sont beaucoup plus importantes. Elles commencent au-delà des limites actuelles de la colonie, au nord de Goudel (cercle de Say), dans les régions où les végétaux ligneux deviennent rares et où l'harmattan, sous l'action duquel elles se forment, souffle violemment en hiver. A Bangoukouré, elles atteignent une vingtaine de mètres. Entre Dambou-Sakafondo et Saguia elles sont plus importantes encore et sont disposées suivant trois rangs grossièrement parallèles au Niger. Elles se déplacent peu parce que l'espace où elles peuvent se développer est restreint, — car il est limité par le fleuve et par des hauteurs gréseuses importantes — et parce que la végétation herbacée apparaît en de nombreux points sur les bords du fleuve, au moins quelques mois par an.

Beaucoup de ces dunes ne sont pas homogènes dans leur masse : elles sont souvent constituées par un revêtement de sables au-dessus de faibles dénivellations gréseuses. Mais dans tous les cas, les dunes des bords du Niger entre Say et Sansan-Haoussa sont des hauteurs irrégulières, dépourvues de formes typiques, à cause des variations dans la direction du vent et par suite de l'influence des précipitations atmosphériques qui, pendant plusieurs mois par an, contribuent à modifier leur aspect.

ROCHES ÉOLIENNES

Les sables accumulés par l'action éolienne se trouvent quelquefois transformés en roches solides lorsqu'ils demeurent en place un temps suffisant. Mais cette consolidation ne se produit qu'à la faveur de l'évaporation de l'eau qui les imprégnait et qui a laissé un dépôt servant de ciment. Le phénomène se produit également pour les sables de rivière ; il est du reste toujours localisé (Mono à Athiémé).

ACTION DE LA FOUDRE

Il existe, à la base de la hauteur qui domine au nord le village de Banté, une fracture intéressant toute la masse gneissique, et normale à la direction des éléments de la roche. Cette fracture, très étroite, et fort récente, est vraisemblablement profonde de plusieurs décimètres. étant donnée son ampleur longitudinale ; elle n'est pas très rectiligne. Elle part d'un éclatement superficiel du gneiss et s'étend de part et d'autre de cet éclatement. Cet accident ne semble pas pouvoir être rapporté à aucun des modes d'érosion rencontrés dans le pays ; peut-être est-il dû à l'action de la foudre.

VI

LES EAUX SUPERFICIELLES

§ 1

ACTIONS CHIMIQUES

Dans les pays tropicaux, l'action des eaux courantes à la surface du sol est considérable. Par rapport à la durée de chaque pluie, la masse d'eau tombée est très grande, si bien que les actions érosives et de transport modifient rapidement les formes du terrain. Mais leur action chimique est également beaucoup plus forte que dans nos pays, et cela se comprend aisément. Elles ont d'abord une température notablement plus élevée, ce qui favorise un certain nombre de réactions, en outre on admet qu'elles sont plus riches en oxygène et en acide carbonique et qu'elles contiennent une proportion notable d'acide azotique. C'est cette action chimique qui sera étudiée tout d'abord (1).

Phénomènes d'oxydation et d'hydratation.

Les phénomènes d'oxydation ont une importance très grande

1. Au cours de ce chapitre les mots *granite* et *gneiss* seront fréquemment employés, mais simplement en tenant compte de la structure. Ainsi, parmi les roches ayant la même composition minéralogique, j'appellerai *granite* celle possédant la structure grenue homogène et *gneiss* la roche feuilletée. Je me servirai encore du terme *gneiss granitoïde* pour désigner le type à structure grenue, mais dont les éléments sont orientés. Dans aucun cas, ces dénominations ne sont basées sur des considérations génétiques.

dans la zone tropicale. Ils peuvent se résumer ainsi : les minéraux ferrifères des roches superficielles sont décomposés et il se forme soit par oxydation, soit par hydratation, de l'hydrate de fer inattaquable (1).

ROCHES ÉRUPTIVES

L'oxydation des minéraux ferrifères est toujours subordonnée à une décomposition préalable et est accompagnée de phénomènes de dépôt très importants que j'étudierai plus loin.

La décomposition et l'oxydation seules des éléments colorés des roches acides ne suffisent pas généralement à déterminer la transformation totale de la roche. Cependant j'ai rencontré exceptionnellement, sur la route de Losi à Gouka, un gneiss dont toute la partie supérieure avait été transformée en oxyde de fer. C'est une action très analogue à celle qui se produit pour les boules de diabase dans les pays tempérés.

Les éléments ferrifères des roches basiques se transforment également aussi en hydrate de fer, mais cet élément est rarement susceptible de former des masses importantes.

QUARTZITES

Les phénomènes d'oxydation aux dépens des quartzites s'observent peu, cela tient à la pauvreté de ces roches en minéraux ferrifères. Cependant lorsque les quartzites renferment de la magnétite ou de l'hématite celles-ci se transforment peu à peu en hydrate de fer qui imprègne alors toute la roche. Cette rubéfaction est un indice de désagrégation : tous les éléments perdent en même temps leur cohésion et le quartzite se transforme peu à peu en un grès friable (Firoq).

GRÈS

Les éléments ferrifères — souvent hématite ou magnétite — contenus dans le ciment des grès peuvent se transformer en hydrate de fer ce qui amène une rubéfaction de la masse (Boubon).

1. Il est vraisemblable que ces phénomènes d'oxydation sont favorablement influencés par des actions physiologiques.

Cette rubéfaction peut encore se produire par lessivage d'une roche superficielle riche en éléments ferrifères (Bossia).

Enfin l'hydrate de fer qui constitue le ciment de certains grès peut se transformer à son tour en hématite (Thuy, Sahoué Ahouloumé).

TERRE DE BARRE

La « terre de barre » (1) est une formation superficielle très répandue dans le Bas-Dahomey jusqu'au parallèle de Paouignan. Elle est constituée par un mélange très homogène d'argile et de sable fin. Mais ce qui nous intéresse pour le moment, c'est sa couleur rouge brique, due à l'hydrate de fer provenant au moins en partie de la transformation d'oxydes de fer (magnétite, hématite) qu'on retrouve encore non altérés dans la roche (2).

En certains endroits (Ouidah, Porto-Novo), la terre de barre est souvent faculée, en profondeur, de parties plus claires, blanchâtres parfois, dues à un lessivage accidentel dans la masse (3).

1. Du portugais *terra barro* : terre d'argile.

2. L'hydrate de fer a pu également se former en partie au loin et avoir été entraîné par les eaux superficielles.

3. La constitution d'un échantillon superficiel de terre de barre recueilli à Porto-Novo, est grossièrement la suivante :

Eléments non entraînés par l'eau	{	quartz	34 0/0
		magnétite	
		hématite	
		rutile	
		ilménite	
		disthène	
		zircon	
		tourmaline	
. 1 0/0			
Eléments entraînés par l'eau. . .	{	argile.	60 0/0
		hydrate de fer.	5 0/0

On remarquera que dans cette roche le titane existe soit à l'état de rutile, soit à l'état d'ilménite. Mais il existe encore à l'état non figuré, probablement sous forme d'hydrate, car il demeure très nettement décelable après élimination du rutile et de l'ilménite.

Dans la terre de barre, on constate que certains minéraux, comme la tourmaline et le zircon notamment, ont parfois conservé des formes géométriques parfaites, tandis que certains autres (rutile) ont été brisés ou roulés. Il y a donc eu plusieurs périodes de remaniements, au cours desquels les plus anciens éléments seuls ont acquis une forme clastique.

Phénomènes de décomposition et de dissolution

Toutes les roches, quelles qu'elles soient, subissent de profondes modifications par suite de décompositions chimiques suivies de la dissolution au moins partielle de certains des éléments.

ROCHES FELDSPATHIQUES

Les roches feldspathiques (éruptives ou métamorphiques) subissent sous l'action des eaux atmosphériques des décompositions rapides, qui peuvent porter :

- 1° Sur les feldspaths ;
- 2° Sur les éléments colorés.

1° *Sur les feldspaths.* — Le phénomène de la kaolinisation est le plus général. Il comprend le dédoublement du silicate originel et la formation :

- a) de carbonates alcalins et alcalino-terreux ;
- b) de silice libre ;
- c) d'argile (silicate d'alumine hydraté).

a et *b* sont susceptibles d'être entraînés en dissolution, *c* insoluble demeure seul avec le quartz. Il se forme une *arène*.

2° *Sur les éléments colorés.* — Les décompositions des éléments colorés sont assez particulières aux pays tropicaux. Grâce à la richesse des eaux en agents chimiques, peut-être aussi grâce à l'intervention de bactéries particulières dont le climat favorise le développement, les minéraux colorés sont transformés en composés instables qui, pour la plus grande part, sont dissous par les eaux atmosphériques. Cette décomposition est accompagnée, comme on l'a vu, d'oxydation, de sorte que le seul produit d'altération qui se retrouve finalement est l'hydrate de fer (limonite et turgite) pouvant donner naissance, comme on le verra plus loin, à des dépôts importants.

Il y a encore un autre mode de décomposition des roches feldspathiques. Il aurait pour résultat la transformation des silicates

d'alumine originels en hydrate d'alumine, qui resterait seul, la silice étant entraînée par lévigation (1).

Ainsi les termes ultimes de la décomposition des roches feldspathiques sont, dans les pays tropicaux :

le quartz, s'il existe originellement ;

l'argile ;

l'hydrate de fer ;

l'hydrate d'alumine.

Comme leur production n'est ni égale ni régulière, comme d'autre part l'état suivant lequel ces éléments se présentent les rend particulièrement propres à un transport par les eaux superficielles, il peut se présenter cinq cas :

1° Le kaolin demeure en place et prédomine ;

2° L'hydrate de fer demeure en place et prédomine ;

3° L'argile et l'hydrate de fer demeurent en place ;

4° Tous les éléments résultant de l'altération sont entraînés par les eaux superficielles ;

5° L'hydrate d'alumine est décelable dans la roche altérée.

Au Dahomey, je n'ai pas observé le cinquième cas. Lorsque j'ai rencontré de l'hydrate d'alumine décelable, il s'agissait de roches franchement remaniées. Ce cas, ainsi que le deuxième et le troisième, sera envisagé à propos des phénomènes de dépôt.

Dans le premier cas, il a fallu qu'il se produisît successivement des phénomènes de décomposition et de dissolution ; dans le quatrième cas, il y a en outre, *transport mécanique*. Ce sont les deux seuls cas dont il sera question ici.

A) ROCHES ACIDES

Les deux cas indiqués seront étudiés séparément :

4^e cas. Tous les éléments résultant de l'altération sont entraînés par les eaux au fur et à mesure de leur production, il y a constamment *décomposition superficielle*.

1^{er} cas. L'argile reste dominante, les actions oxydantes amenant la transformation des minéraux ferri-fères, étant très

1. Max Bauer. *Beitrag zur Geologie der Seychellen, insbesondere zur Kenntnis des Laterits*. N. Jahrb. für Min., Geol. u. Pal. 1898. II. Bd.

faibles ou nulles. De plus, l'argile demeure en place, soit parce que la roche feldspathique est recouverte d'autres formations, soit parce qu'elle n'est pas entraînée par les eaux superficielles, la pente étant insuffisante. Dans ces conditions, l'altération de la roche se poursuit en profondeur et il y a *décomposition dans la masse*.

α) **Décomposition superficielle.**

1° *La décomposition se produit inégalement sur les divers minéraux constitutants.* — S'il s'agit d'une roche homogène, comme le granite, les minéraux les moins attaquables (quartz) apparaissent en relief. S'il s'agit d'une roche rubanée, comme le gneiss, les différentes zones, dans chacune desquelles domine un minéral différent, se décomposent inégalement : celles formées des éléments moins attaquables apparaissent en relief très net (Savalou). L'hétérogénéité peut se rapporter à tout un massif, dans lequel plusieurs roches différentes sont associées ou traversées de filons (quartz, aplites, pegmatites, etc.). L'action dissolvante, là encore, s'exerce différemment ; un bon exemple est celui de l'Onicpapa (monts de Savé), où les aplites se présentent en reliefs capricieux contrastant avec l'usure régulière du gneiss granitoïde qui les entoure (Pl. IV, 3).

2° *L'attaque se produit suivant des directions particulières.* — Dans une roche homogène, comme l'est le granite (Fita), on constate fréquemment que la dissolution des minéraux se fait suivant certaines lignes, généralement à la faveur de cassures qui favorisent le séjour de l'eau. Dans le gneiss granitoïde, le fait est encore plus net : les fissures se produisent suivant deux directions prépondérantes : la première parallèle, la seconde normale au sens de l'allongement des éléments. Sur les pentes douces du Fofu, le plus méridional des monts de Savé, ces fissures découpent la masse en un vaste damier aux carrés réguliers mesurant quelques décimètres de côté. On peut suivre, à Banté, tous les stades d'une décomposition du même genre :

Premier stade. — Après décollement du granite par la chaleur en plaques d'environ quarante centimètres d'épaisseur, il

se produit une série de cassures, suivant des plans verticaux parallèles et orientés comme les éléments de la roche.

Deuxième stade. — Entre deux cassures a lieu un fendillement progressif, suivant des plans verticaux, d'abord parallèles, puis qui s'anastomosent peu à peu.

Troisième stade. — Les fragments s'isolent les uns des autres, puis il se fait une accumulation des éléments meubles (argile) dans les interstices, où ne tardent pas à pousser des graminées.

Ainsi, à Banté, les cassures n'ont plus lieu que dans une direction privilégiée.

Le plus souvent les phénomènes de décomposition s'accomplissent suivant des directions indifférentes, en donnant naissance à des accidents typiques analogues à ceux de nos régions. Lorsque l'affouillement se poursuit plus rapidement en un même point, il se forme des cuvettes, des « écuellen », comme on dit, qui peuvent devenir très profondes comme à Baffo et dans les Dassas, où elles servent de réservoirs d'eau pour la saison sèche. Si l'affouillement a lieu suivant des directions vaguement polygonales, par suite de la plus grande résistance d'un noyau, on assiste à la décomposition en boules (Pl. V, 1 et 2).

Ce faciès caractéristique des régions granitiques se rencontre à chaque pas au Dahomey, où des blocs isolés et arrondis couronnent presque toutes les hauteurs. Cette décomposition est d'ailleurs favorisée par les décollements dus à la chaleur. A Tchetti, notamment (hauteur dominant le village) (Pl. V, 1), on voit une première zone superficielle, épaisse de quelques mètres, se fissurer après décollement. L'eau, séjournant dans les interstices de la roche, active encore la décomposition et l'isolement des parties séparées mécaniquement. En même temps une seconde zone concentrique, inférieure et parallèle à la première, a été également décollée, et commence à se décomposer. Enfin c'est le tour d'une troisième zone, de sorte qu'il se forme une superposition de plusieurs épaisseurs de blocs arrondis et isolés.

Suivant les pointements granitiques auxquels il s'applique, ce mode de décomposition détermine des faciès variables, soit qu'il ne se produise que très superficiellement, au sommet des dômes, comme à Savé, ou qu'il intéresse des hauteurs entières, comme

celle de Dassas-Zoumé, laquelle ressemble, depuis sa base, à un entassement de blocs énormes. Il en résulte des aspects les plus divers, qui se traduisent par l'existence de blocs perchés (Dassas) ou par l'isolement de piliers ruiniformes (Monts de Diguidirou).

Ailleurs, lorsque les affleurements ne dépassent le sol que de quelques mètres, les granites gneissiques et les gneiss sont usés suivant des directions parallèles à leurs plans de schistosité et laissent voir sur la tranche une série de feuillets accolés inégalement. Si leur zonage est dans un plan sensiblement vertical, ils peuvent être réduits à une faible épaisseur (0 m. 25 pour une hauteur de 2 mètres) et donner l'impression de murs (Adjiba-mpé). A Sansan-Haoussa, les granites gneissiques affectent l'aspect de lentilles elliptiques lorsqu'ils sont vus de face, et d'une série de pierres levées, légèrement inclinées, lorsqu'on les considère de profil.

Il est évident que l'altération des roches est beaucoup plus considérable lorsque celles-ci se trouvent dans le lit des cours d'eau, puisqu'à une action chimique généralement plus forte s'ajoutent des actions mécaniques intenses.

3° *L'attaque se poursuit d'une façon régulière sur tous les éléments de la roche.* — Lorsqu'on a affaire à une masse rocheuse qu'aucune fracture n'est venue intéresser, la décomposition se poursuit régulièrement sur tous les points, bien que les différents éléments soient très inégalement attaquables. Dans ce cas le travail mécanique des eaux sauvages doit intervenir pour niveler la surface de la roche et même la polir.

C'est ainsi que la plupart des affleurements de granite et de gneiss qu'on trouve au Dahomey forment des dalles de plusieurs centaines de mètres, possédant un poli remarquable (Pl. III, 2). Il en est de même en général au sommet des hauteurs, et bien entendu sur les pentes où la force de transport des eaux est naturellement accrue.

Du reste, quel que soit le modelé acquis par les roches granitiques ce mode de décomposition domine toujours, soit qu'il intéresse l'ensemble d'un massif non fissuré, soit qu'il affecte individuellement tous les blocs isolés antérieurement.

Tous les exemples signalés se rapportent à un phénomène limité à la surface de la roche. La décomposition qui se poursuit

de proche en proche n'est réellement active que pendant la saison des pluies, aussi les particules résultantes sont-elles entraînées à mesure qu'elles sont isolées de la masse. Voilà pourquoi les échantillons recueillis à la surface du sol sont presque toujours d'une fraîcheur remarquable.

β) Décomposition dans la masse.

Il en est tout autrement lorsque le déblaiement de l'argile n'est plus possible, comme cela arrive surtout lorsque la roche feldspathique est recouverte d'un manteau de formations postérieures (grès ou conglomérat ferrugineux). Or, dans ce cas, non seulement l'argile s'accumule au fur et à mesure de la décomposition de la roche, mais encore sa formation est activée par ce fait que le revêtement est généralement perméable et agit alors à la façon d'une éponge. L'altération se poursuit alors très profondément, intéressant toute la masse.

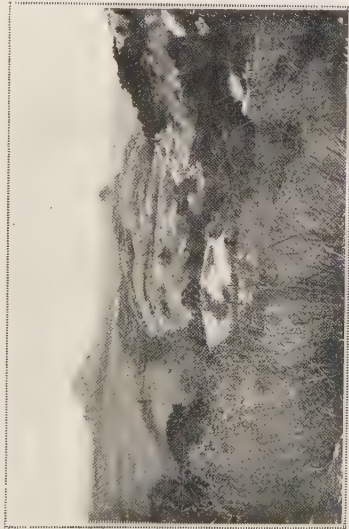
Le meilleur exemple est celui des falaises du Niger, notamment à Youri (Pl. XVII, 1), où un puissant pointement gneissique couronné de grès est aujourd'hui entièrement kaolinisé. Ce massif se continue dans le fleuve ; mais, dès le point où il est recouvert régulièrement par les eaux, la décomposition est beaucoup moins avancée : elle ne se traduit plus que par une individualisation de blocs à peine altérés.

Il est possible que, dans certains cas, la décomposition dans la masse soit limitée au niveau hydrostatique, mais ce n'est certainement pas une règle, puisqu'à Zagnanado le niveau hydrostatique est marqué par un affleurement de gneiss entièrement kaolinisé.

B, ROCHES BASIQUES

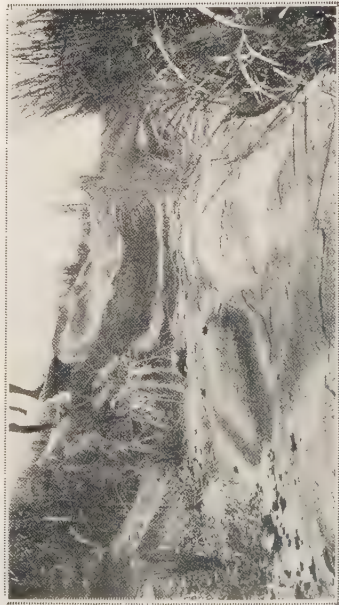
Les roches éruptives basiques n'offrent pas la même variété d'aspect que les roches acides. Au Dahomey, les diabases, gabbros, etc., ne se rencontrent guère à la surface du sol qu'en boules peu volumineuses (quelques décimètres). Lorsque ces types pétrographiques forment des accidents notables, l'altération des minéraux ferrières donne naissance à des oxydes ou à des

ALTÉRATIONS SUPERFICIELLES DES ROCHES.



Cliché H. Hubert.

Dômes de gneiss granitoïde prenant l'aspect de dos de moutons
Mont Tantani (Monts de Savé).



Cliché H. Hubert.

Aplites mises en relief au milieu de gneiss granitoïde s'écaillant
au sommet de l'Onicpapa (Monts de Savé).



Cliché H. Hubert

Desquamation aux dépens de gneiss granitoïde
Mont Onicpapo (Monts de Savé)



Cliché H. Hubert.

Dômes de gneiss granitoïde (profil caractéristique)
(Monts de Savé).

hydrates de fer. Quant aux silicates, ils disparaissent presque toujours. Peut-être contribuent-ils à donner naissance à de l'hydrate d'alumine, mais je n'ai pas eu le moyen de m'en assurer.

QUARTZITES

L'action chimique des eaux sur les quartzites est toujours accompagnée de phénomènes de désagrégation et de transport dont il est difficile de faire la part.

Il semble d'ailleurs que ces roches, exclusivement formées de quartz, échappent aux actions dissolvantes des eaux météoriques. Cela n'est pas rigoureusement exact. En effet, on rencontre des quartzites entièrement décomposés — le cas est rare, il est vrai — d'autres altérés de la façon la plus nette par les eaux superficielles. Si dans le premier cas une action chimique n'est pas douteuse, elle ne l'est pas davantage dans le second parce qu'elle se produit suivant des directions privilégiées, généralement celles où l'eau séjourne le plus longtemps (intervalles des couches horizontales, par exemple, ce qui élimine l'intervention d'actions mécaniques).

Or, dans le cas de la décomposition dans la masse, il demeure toujours une grande quantité de grains de quartz, mais ils ont perdu leur cohésion et constituent une sorte de grès peu résistant. C'est donc qu'une partie du quartz a été éliminée. Dans le cas d'altération superficielle, la roche est profondément sculptée suivant des assises, des cassures, des lits, des zones irrégulières, qui donnent à l'ensemble l'aspect d'un dépôt dans lequel il est aisé de reconnaître les moindres détails de structure, bien que cependant un échantillon pris dans la masse garde une apparence parfaitement homogène. Ainsi il n'y a aucun doute : une partie du quartz est éliminée par les eaux météoriques, grâce à un processus peut-être complexe mais qui aboutit à la dissolution partielle de la silice. Puisque l'on retrouve *toujours* dans le cas d'altération superficielle tous les caractères d'une roche préexistante, il est évident que c'est le quartz néogène qui disparaît le premier, peut-être tout simplement parce qu'il entoure le quartz primaire.

Décomposition le long des cassures. — L'altération est particulièrement favorisée suivant les diaclases de la roche.

A proximité de Lambounti, sur la route de Bantchango, les quartzites sont formés de couches redressées verticalement. Ils sont intéressés par des cassures rectangulaires, les unes parallèles aux strates, les autres (moins régulières) normales. Les eaux de surface ont élargi et développé ces cassures de telle sorte que l'ensemble conserve assez bien l'aspect d'un mur en pierres dont le ciment aurait disparu. A Tannéka-Béri, l'action dissolvante a été plus prononcée, si bien que les angles des blocs ont été légèrement arrondis. Il s'est alors produit des éboulements de certaines parties, tandis qu'il demeurerait en place des piliers fort pittoresques formés de la superposition de blocs (fig. 9).



Fig. 9. — Altérations superficielles. Quartzites à Tannéka-Béri.

C'est à la faveur de cassures analogues que sur les bords de la rivière Lomo, au passage du sentier de Thoun à Dossouhoué, un affleurement de quartzite, superficiellement recouvert de conglomérat ferrugineux, s'est décomposé en boules d'environ 0 m. 60 de diamètre à la façon d'une roche granitique.

Décomposition suivant les zones de la roche originelle. — Si le quartzite a été formé par les dépôts successifs de matériaux très homogènes comme composition, on voit très nettement à la surface des cannelures séparant chacun des lits : l'eau a agi à la façon d'un acide qui aurait gravé les petits sillons qui existaient lors de la formation du dépôt. Cette action est particulièrement nette au lieu dit Gambou (région du W) où la paroi verticale des quartzites apparaît profondément burinée suivant des directions

très variables : celles des dépôts torrentiels de sables fins ayant contribué à la formation des quartzites (Fig. 10).

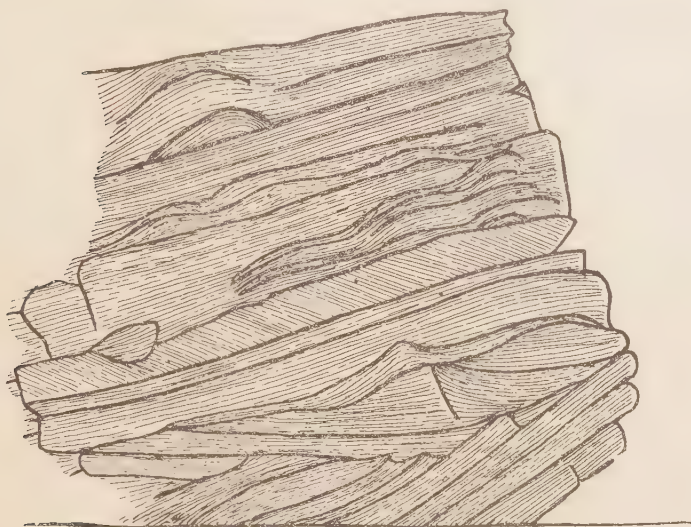


Fig. 10. — Stries superficielles des quartzites (anciens dépôts torrentiels) au lieu dit Gambou.

Mais en général les quartzites ne sont pas homogènes dans leur masse. Ils sont constitués par des zones qui se trouvent inégalement mises en relief ; dans ce cas, les cannelures, au lieu de n'avoir que quelques millimètres, comme lorsqu'il s'agit de lits

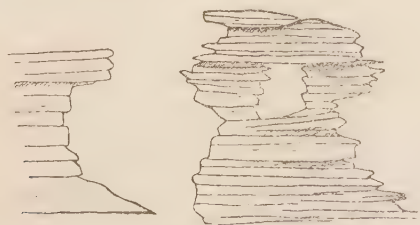


Fig. 11 et 12. — Altérations superficielles (quartzites à Aledjo).

successifs, atteignent toujours plusieurs centimètres, puisqu'elles se forment aux dépens de couches entières. Et, comme l'épaisseur de celles-ci est très variable, l'ensemble prend les aspects les plus

différents. Il arrive aussi que des blocs importants s'individualisent de la masse avec les allures les plus diverses : entablements, colonnes, ruines, etc (Montagne d'Aledjo, fig. 11 et 12).

Enfin l'action dissolvante isole encore les bancs superposés, plus ou moins puissants, que forment souvent les quartzites (lac de Konkobiri). Par la suite, des masses considérables peuvent s'ébouler, ce qui explique la présence de blocs énormes qui surplombent au-dessus du vide ou encore la formation d'escaliers naturels (Pl. II, 1) (1).

GRÈS

D'une manière générale l'action chimique des eaux superficielles est assez semblable sur les quartzites et sur les grès. Elle est simplement beaucoup plus active sur les grès, où le ciment est plus manifestement attaquant. Souvent celui-ci n'est pas dissous à vrai dire, mais il se charge d'eau, se délaye, et la roche perd alors toute consistance, ce qui facilite l'érosion proprement dite. L'attaque se fait toujours sur les parties les plus ténues et sur les joints, et elle est d'autant plus rapide que le ciment est moins compact. On en verra les aspects caractéristiques dans le chapitre relatif aux eaux courantes.

CALCAIRES

Contrairement à ce qui se passe pour les grès, c'est une action franchement dissolvante que celle subie par les calcaires. Le meilleur exemple rencontré au Dahomey est celui de Missiconджи, sur le Mono. Par une succession de stades bien définis, que j'étudierai dans la partie géologique en raison des comparaisons que je suis obligé de faire, un banc de calcaire, compact d'abord, puis sillonné de rainures très comparables à celles qu'on connaît sous le nom de lapiez (et produites d'ailleurs par des phénomènes du même ordre) se transforme en rognons de faibles dimensions, fréquemment perforés par les eaux (Pl. X, 1). C'est sous ce dernier aspect que se présentent tous les autres gisements de calcaires au Dahomey (Lama). Les calcaires métamorphiques (cipolins) au

1. Dans ces derniers cas il faut tenir compte d'importants phénomènes de transport.

voisinage du Zou sur la route Savalou-Djaloucou ont subi, eux aussi, une dissolution très avancée. Ils ne subsistent plus que sous la forme de rognons compacts de moins d'un décimètre de longueur.

Phénomènes de dépôt.

Les phénomènes de dépôt intéressent évidemment un nombre beaucoup moins grand de minéraux que les phénomènes de dissolution. Les seuls éléments susceptibles, en se déposant, d'influencer sur le modelé en formant des roches nouvelles sont le carbonate de chaux, l'hydrate de fer et l'hydrate d'alumine.

CARBONATE DE CHAUX

Au mois de juillet 1903, M. l'Administrateur Porte voulut bien me signaler un gisement de calcaire situé au voisinage de Couentchengo, au Gourma, dans une région cristalline (1). Les gisements analogues sont nombreux au Dahomey : M. Porte en a reconnu un à Konkobiri ; moi-même j'en ai souvent déterminé par la suite dans des régions formées exclusivement de roches cristallines, notamment à Kandi, à Agouna, à Sahouamé et près de Savalou, si bien que j'ai pensé longtemps que ce type de dépôts calcaires se formait *directement* aux dépens de roches éruptives ou métamorphiques. Mais un dernier gisement, celui de Houin, sur les bords du lac Toho, m'a fait abandonner cette hypothèse.

Tous ces gisements sont constitués par des concrétions calcaires, en petits nodules (quelques centimètres de diamètre), répandus à la surface du sol ou noyés dans une argile provenant en général, sauf à Houin, de la décomposition de roches cristallines acides.

Ces petits nodules se trouvent dispersés sur une étendue souvent considérable (quatre kilomètres au voisinage de Kandi), mais toujours d'une façon très inégale. Une excavation faite dans le Gourma, à Couentchengo, me les a montrés accompagnés de

1. C'est vraisemblablement à ces calcaires que le Capitaine Baud a fait allusion dans ses rapports.

nodules ferrugineux également isolés, sensiblement de mêmes dimensions, et provenant évidemment d'une cause identique, c'est-à-dire d'une concentration moléculaire dans l'argile même où on les trouve.

Reste à savoir d'où vient le carbonate de chaux originel. On a déjà vu que l'hydrate de fer est formé aux dépens des éléments colorés des roches cristallines, on pourrait penser que de même la calcite provient des carbonates alcalins ou alcalino-terreux résultant de la décomposition des feldspaths de ces mêmes roches. Mais à Houin il n'y a ni roches cristallines, ni nodules ferrugineux ; seulement Houin fait partie d'une région où il y a du carbonate de chaux d'origine sédimentaire. Pour ce gisement j'admets qu'il y a eu de ce carbonate de chaux dissous puis recristallisé sous la forme de nodules par concentration moléculaire. Une telle hypothèse est justifiée parce que, dans la même région, à Missinicondji, on assiste actuellement à ce phénomène.

On peut se demander si une explication analogue ne pourrait être fournie relativement aux gisements rencontrés au milieu des massifs éruptifs. Evidemment là il ne se trouve pas de dépôts calcaires, mais j'ai rencontré, — en un seul point il est vrai, — un gisement de cipolin. En raison des nombreuses analogies que présentent entre elles les formations du Dahomey, il semble normal d'admettre qu'il y a — *ou qu'il y a eu* — d'autres gisements de cipolin que celui que j'ai rencontré. Et comme en ce point le calcaire subit des décompositions analogues à celles observées à Missinicondji, j'admets que *dans tous les cas*, les nodules calcaires rencontrés sont dus à des phénomènes de concentration moléculaire du carbonate de chaux qui existait préalablement en masses plus ou moins importantes dans le pays, et qui a été dissous par les eaux météoriques.

Cela permet de comprendre pourquoi les amas de nodules sont toujours localisés là où les formations cristallines couvrent des espaces considérables.

HYDRATES DE FER

Les hydrates de fer, qui, d'une façon générale, proviennent de la décomposition des éléments colorés des roches éruptives et

métamorphiques, donnent naissance à une série de dépôts chimiques souvent très puissants et qu'on rencontre d'une façon presque constante en Afrique. Ces hydrates de fer, suivant les conditions dans lesquelles ils se trouvent entraînés, participent à la composition de roches différentes que nous allons considérer.

CONGLOMÉRAT FERRUGINEUX

C'est sous la forme de conglomérat ferrugineux que les hydrates de fer constituent la roche détritique la plus abondante du Dahomey, puisque celle-ci est à peu près la seule qui se rencontre entre le 7° et le versant nord de l'Atacora.

Le conglomérat ferrugineux a, suivant les régions, des origines différentes. Il est toujours caractérisé par la présence d'un ciment riche en limonite englobant : *a*) soit des éléments de roches cristallines (éruptives ou métamorphiques), *b*) soit des éléments de roches sédimentaires.

a) Dans le premier cas, ainsi qu'on l'a vu précédemment, l'hydrate de fer se forme directement, et *sur place*, aux dépens des minéraux colorés de la roche. Il est aisé de voir, en effet (gneiss granitoïde de Balfo), que sous l'influence d'agents divers (eaux superficielles, peut-être action des bactéries, etc.), les éléments colorés, la biotite surtout, dont les cristaux sont souvent implantés dans les feldspaths, s'altère plus vite que ceux-ci. En même temps, sur les surfaces planes, où l'hydrate de fer ne tarde pas à s'accumuler, la roche fraîche commence à se ternir, puis il s'y forme un enduit d'abord à peine suffisant pour lui donner une teinte rougeâtre, mais qui devient rugueux et de plus en plus épais. Cependant la décomposition des feldspaths se poursuit parallèlement et il ne reste plus au bout d'un certain temps que le conglomérat ferrugineux, c'est-à-dire une masse caverneuse d'hydrate de fer contenant un peu d'argile — peut-être aussi de l'hydrate d'alumine — et emprisonnant les éléments inattaquables de la roche primitive (quartz, tourmaline) et quelques-uns des feldspaths qui n'ont point encore été digérés.

Le processus de ces transformations est identique pour toutes les roches cristallines affleurant depuis Abomey jusqu'au Borgou

septentrional. Plus au nord, la formation de conglomérat ferrugineux semble beaucoup plus capricieuse (1).

Il est des régions où l'existence des roches éruptives aux dépens desquelles le conglomérat s'est formé, encore que vraisemblable, n'a pas été montrée, car on ne connaît pas la roche sous-jacente. C'est notamment le cas pour la bordure nord de la Lama, où les tranchées du chemin de fer en ont mis à nu plusieurs mètres d'épaisseur (Kinta). Mais ici, en raison de l'ancienneté du dépôt, le conglomérat ferrugineux s'est trouvé lentement traversé par les eaux superficielles qui ont entraîné vers la profondeur une partie de l'hydrate de fer. Et, par un phénomène de concentration moléculaire, il s'est formé dans la masse du conglomérat, devenue celluleuse, des nodules d'hydrate de fer d'autant plus volumineux qu'on s'éloigne davantage de la surface (à trois mètres de profondeur, ils atteignent la grosseur de la tête). D'ailleurs la circulation des eaux n'est pas douteuse puisque la masse est parfois sillonnée de veinules de la même matière, qui sont en somme des petits filons formés par circulation d'eaux superficielles.

Par une série de phénomènes de déshydratation faciles à concevoir, l'hydrate de fer de ces nodules ne tarde pas à se transformer en hématite, constituant ainsi les éléments d'un nouveau cycle de transformation.

La formation de nodules est partout caractéristique du conglomérat ferrugineux, mais ils atteignent exceptionnellement les dimensions d'une noix. La dureté de ces nodules est beaucoup plus grande que celle du ciment ferrugineux qui les englobe.

b) Le mode de formation précédemment exposé n'est pas constant. Il ne saurait s'appliquer ni à des quartzites (rivière Lomo) dont la teneur en fer est souvent nulle, ni à des roches sédimentaires, comme les grès (Borgou, plateau des Adjás) ou comme les lits de galets roulés (Tsikihoué). Dans tous ces cas, on en est réduit à admettre que les fragments des roches, généralement peu volumineux (10 cm. au maximum), sont réunis

1. Voir *infra*. Actions physiologiques.

par l'hydrate de fer provenant, par exemple, du lessivage des dépôts meubles superficiels (terre de barre).

Sauf par les matériaux qu'il englobe, un tel conglomérat est absolument identique à celui formé aux dépens des granites et gneiss. S'il en est ainsi, rien ne prouve alors qu'au-dessus des formations cristallines l'hydrate de fer provienne de la décomposition des silicates ferro-magnésiens de ces roches : il peut tout simplement s'être déposé entre les éléments de la roche feldspathique désagrégée comme entre les fragments d'une roche sédimentaire.

Mais cette manière de voir est contredite par l'observation. La théorie précédemment exposée a d'ailleurs l'avantage d'expliquer : 1° la formation d'hydrate de fer sur les roches feldspathiques absolument dénudées ; 2° la disparition des silicates ferro-magnésiens coïncidant avec l'apparition de l'hydrate de fer ; 3° la forme sous laquelle se manifestent les produits de décomposition de ces silicates. La seule objection possible alors est de dire que la transformation superficielle d'une roche feldspathique en conglomérat ferrugineux comporte deux phases distinctes et indépendantes :

a) Les silicates ferro-magnésiens se décomposent et donnent, entre autres produits, de l'hydrate de fer.

b) L'hydrate de fer cimente les éléments quartzeux et une partie des feldspaths.

Ces deux phases existent bien réellement, mais elles sont superposées et continues, puisque l'action se poursuit en profondeur. Par conséquent on n'a aucune raison de les séparer, et ainsi se trouve justifiée la façon suivant laquelle a été exposée primitivement la question.

Nous retiendrons simplement que le conglomérat ferrugineux peut se former de deux manières : soit aux dépens de roches feldspathiques, et c'est le cas le plus général, soit aux dépens de certaines roches dépourvues de silicates ferro-magnésiens. Dans le premier cas le ciment est emprunté aux éléments du substratum, dans le second, il provient probablement du lessivage de dépôts superficiels voisins.

Il y aurait ainsi une distinction à faire. Le conglomérat ferru-

gineux, tel que je l'ai décrit dans le premier cas, représente rigoureusement ce que M. Du Bois (1) a appelé *Oberflächenlaterit* parmi les latérites éluviales (en place), c'est-à-dire une formation latéritique caractérisée par sa richesse en oxyde de fer (60 0/0), sa plus ou moins grande abondance en silice (7,5 à 15 0/0) et en alumine (0,14 à 18 0/0), et sa teneur notable en eau (11 à 15,6 0/0). Encore convient-il de dire que cette formation latéritique au Dahomey n'est pas seulement superficielle, mais est susceptible d'atteindre une très notable profondeur.

Le conglomérat ferrugineux formé aux dépens de roches dépourvues d'éléments colorés ne peut être assimilé, en raison de sa teneur considérable en fer, à ce que le même auteur a qualifié de latérites alluviales (remaniées). Mais il pourrait être assimilé à ce que M. Du Bois appelle *croûte protectrice superficielle* (epachorische Schutzrinde) avec cette différence que celle-ci semble être limitée au voisinage de la surface tandis que, dans le conglomérat, l'hydrate de fer atteint une certaine profondeur et remplace peu à peu le ciment originel préexistant.

En fait, sur le terrain, dans l'étendue des territoires parcourus, il n'y a aucune différence entre le conglomérat formé aux dépens des minéraux colorés de la roche en place et celui formé aux dépens d'hydrate de fer apporté par les eaux superficielles. Donc si l'on faisait une distinction entre ces deux conglomérats, il faudrait *chaque fois* connaître rigoureusement la nature de la roche sous-jacente, ce qui est impossible. C'est pourquoi j'ai cru ne pas devoir différencier ces deux formations et leur laisser un nom qui, sans rien préjuger de la genèse de la roche, permit de la désigner, pour le moment, d'une façon très suffisante.

Même dans les régions où il est abondant, le conglomérat ferrugineux se trouve très inégalement réparti. Cela tient à ce que les conditions qui président à sa formation (composition pétrographique de la roche sous-jacente, relief, constitution physique du sol, climat, etc.), ne sont pas toutes satisfaites.

Le conglomérat ferrugineux ne se trouve jamais formé aux

1. Du Bois, *Beitrag z. Kennt. der Surinamischen Laterit und Schutzzenrindenbildungen* (Tschermaks Min. u. Petr. Mitt. XII. Bd. I. Heft. 1903, pp. 4-61).

dépens de roches meubles, par exemple de la « terre de barre », malgré l'hydrate de fer qui s'y rencontre en excès. J'ai bien observé dans plusieurs cas que du conglomérat ferrugineux paraissait superposé à de la terre de barre, mais un examen attentif m'a montré qu'en réalité il était formé aux dépens d'un grès ferrugineux grossier pouvant être très peu abondant. Le seul exemple aberrant est celui de Bopa, sur les bords du lac Ahé. Il est peut-être tout simplement identique aux précédents.

Le conglomérat ferrugineux ne se forme pas davantage aux dépens des argiles ou des sables fins, comme ceux des dunes. J'en ai cependant rencontré souvent en lentilles assez étendues (plusieurs mètres) au milieu d'arènes granitiques qui sont cependant des roches meubles. Mais, il était aisé de voir, d'après les éléments mêmes qui étaient emprisonnés dans les cellules du conglomérat ferrugineux, que celui-ci, formé avant la décomposition en arène du granite, provenait d'une roche *compacte* acide aujourd'hui digérée et qu'il avait entièrement remplacée en adoptant les contours.

Si le gneiss granitoïde de Baffo a été pris comme exemple de la formation du conglomérat ferrugineux, c'est parce qu'en effet les roches qui sont le plus favorables à son établissement sont celles de la famille du granite et les gneiss dont il représente même, au sud de l'Atacora, le mode presque exclusif de décomposition. Il se forme difficilement aussi aux dépens des pegmatites, sans doute parce qu'elles sont assez pauvres en fer. On trouve même parfois des filons de pegmatite, tout comme des filons de quartz, peu altérés, au milieu de conglomérat ferrugineux très rapidement formé aux dépens de la roche encaissante qui a totalement disparu.

Enfin, le conglomérat ferrugineux proprement dit n'apparaît pas surmontant des roches basiques, car si leurs minéraux ferri-fères se transforment bien en hydrate ou en oxyde de fer, ceux-ci ne tardent pas à former une masse compacte et homogène, ce qui est aisé à comprendre, puisque les feldspaths, plus facilement attaquables, sont rapidement digérés et que le quartz n'existe pas.

En dehors de ces conditions relatives à la constitution physique ou à la composition minéralogique des roches, il en est d'autres qui favorisent ou entravent la formation du conglomérat ferrugi-

neux. On a déjà vu que celui-ci ne pouvait se former que sur les surfaces sensiblement planes.

Certaines conditions climatiques interviennent également. Ainsi vers Sansan-Haoussa, les pluies paraissent insuffisantes pour contribuer à la formation constante du conglomérat ferrugineux (1) et les variations de température peuvent entraver le développement de certaines bactéries capables de concourir à la décomposition des éléments colorés. Il en est de même de bien des points du Gourma, où les roches éruptives se transforment en argile grise contenant seulement des petits nodules d'hydrate de fer, identiques à ceux du conglomérat ferrugineux. Il semble que dans ces régions ce soit de beaucoup la décomposition feldspathique qui domine, comme dans les pays tempérés, d'où la production presque exclusive d'argile.

La consistance du conglomérat ferrugineux n'est pas la même partout. Dans la partie méridionale des pays où il se forme, sa dureté n'est pas supérieure à celle d'un calcaire, et il est facile de le débiter. Dans le Borgou, il est beaucoup plus dur, surtout superficiellement, car il se recouvre d'une sorte de vernis très résistant et à peu près imperméable. Dans ces pays, le conglomérat ferrugineux occupe de vastes espaces dénudés où la végétation ne peut se fixer, sauf dans des circonstances exceptionnelles.

Il est possible que, dans ce dernier cas, la formation de ce vernis soit due à un processus identique à celui indiqué par M. Du Bois (2) au sujet des *couches protectrices profondes* (anachorische Schutzrinde). Cet auteur admet que les eaux superficielles pénètrent à une profondeur variable où elles se chargent de fer ; mais elles ne tardent pas à être attirées à la surface, d'abord par évaporation, puis par capillarité. De plus, en raison de la chaleur, elles s'évaporent rapidement, alors le fer qu'elles

1. C'est le long du Niger surtout, au nord de l'Atacora, que se forme le conglomérat ferrugineux qui est à rapprocher de ce que M. Du Bois a appelé *croûte protectrice superficielle* (epachorische Schutzrinde), due à l'apport d'oxyde de fer par les eaux superficielles, qui s'évaporent rapidement dans ce climat, en laissant un dépôt ferrugineux important (Du Bois, *loc. cit.*)

2. Du Bois, *loc. cit.*

contiennent se dépose, et il se forme superficiellement une croûte de plus en plus compacte.

Or il est vraisemblable que dans les pays du nord du Dahomey, où l'évaporation à la surface est beaucoup plus brusque que dans le sud, la croûte superficielle se forme plus rapidement et acquiert ainsi une consistance beaucoup plus grande.

Dans bien des cas le conglomérat ferrugineux donne des indications précieuses, là où les roches sous-jacentes sont masquées. Si l'on admet qu'il ne fait que cimenter les matériaux préexistants, ceux-ci peuvent nous renseigner sur la constitution pétrographique probable de la région. D'autre part, lorsqu'on rencontrera un affleurement plus ou moins étendu de conglomérat ferrugineux, au milieu de dépôts meubles quelconques, on saura qu'il n'a pu se former qu'aux dépens de certaines roches, et si l'on est dans un pays où les granites et les gneiss se rencontrent exclusivement, on aura beaucoup de raisons de conclure que cet affleurement marque la place d'un de leurs anciens pointements.

En résumé, le conglomérat ferrugineux est une roche superficielle résistante, constituée par une concrétion d'hydrate de fer qui cimente des éléments figurés plus ou moins volumineux. Ces éléments figurés proviennent soit de roches cristallines acides, soit de roches sédimentaires compactes. Dans le premier cas, le ciment provient de la décomposition des éléments colorés de la roche sous-jacente ; dans le second cas, il a été apporté. Mais dans tous les cas, il provoque la cohésion en place d'éléments existant antérieurement.

GRÈS FERRUGINEUX

Le conglomérat ferrugineux n'est pas la seule roche superficielle qui résulte du dépôt de l'hydrate de fer. Dans des conditions qui sont assez limitées au Dahomey, il se forme aussi, aux dépens des roches constituées cette fois par des éléments meubles, des grès ferrugineux. Ceux-ci ne sont en somme qu'un agrégat de particules quartzeuses cimentées par de l'hydrate de fer. Ils n'ont en général que peu de consistance et se forment de préférence à une faible distance de la surface du sol, là où vrai-

semblablement les eaux séjournent plus longuement. Ils prennent une texture différente de la roche dont ils proviennent. Lorsqu'ils sont individualisés, c'est-à-dire devenus compacts, il peut alors se former à leurs dépens du conglomérat ferrugineux.

Parfois l'hydrate de fer se concentre lentement, par un phénomène indiqué précédemment pour le conglomérat ferrugineux, et la surface du grès devient, comme à Adjohon, une limonite compacte.

DÉPÔTS DE FLEUVE

Mais l'hydrate de fer peut encore simplement former une couche plus ou moins épaisse sur des roches déjà existantes. C'est ce qui a lieu surtout dans les fleuves où les roches se trouvent immergées dans un bain contenant en suspension un peu d'hydrate de fer. Celui-ci peut se déposer lentement et régulièrement à la surface des roches, les recouvrant d'un véritable vernis.

J'ai montré autrefois (1) que les différentes colorations, qui peuvent passer du rouge brun foncé au rouge brun très clair sur un même échantillon, dépendent avant tout de l'orientation des différentes surfaces de la roche : celles qui sont situées vers l'amont recevant nécessairement un dépôt beaucoup plus important que celles situées vers l'aval et les différences de coloration ne provenant que de différences d'épaisseur de la couche d'hydrate de fer.

J'ai pu constater l'exactitude de cette théorie au cours de mes déplacements sur le Niger, notamment à Ourou, où la couche d'hydrate de fer atteint plusieurs centimètres. La coloration varie encore d'une roche à une autre, en raison de la facilité plus ou moins grande avec laquelle le dépôt peut se faire (influence de la grosseur du grain notamment). Les différences de coloration ne sont surtout appréciables que lorsque les roches ne sont pas constamment recouvertes par les eaux : celles qui sont toujours immergées ne tardant pas à recevoir un dépôt uniforme (2).

1. H. HUBERT. *Sur quelques roches provenant des rapides du Niger* (Bull. Mus. hist. nat. Paris, 1903).

2. MM. Lortet et Hugonnet ont indiqué autrefois (C. R. Ac. S. CXXXIV, pp. 1091-1092), au sujet de vernis noir analogue se formant au-dessus de

COUCHES CONCRÉTIONNÉES

Quelquefois, au voisinage des sommets, les eaux superficielles chargées d'hydrate de fer rencontrent des couches imperméables qui les obligent à séjourner. Dans ces conditions l'hydrate de fer ne tarde pas à se déposer lentement au fur et à mesure que l'eau disparaît. Il se forme ainsi des couches continues de limonite concrétionnée, atteignant plusieurs centimètres d'épaisseur et possédant les caractères physiques des stalactites (falaise au-dessus de Boubon).

NODULES FERRUGINEUX

Sans pour cela qu'il y ait formation de conglomérat ferrugineux, on peut constater en plusieurs points l'individualisation du fer en petits nodules dont la grosseur va de celle d'un pois à celle d'une noix. On trouve ces nodules au voisinage de la surface, surtout au milieu de dépôts argileux, comme les terres rouges qui surmontent les roches en place, ou comme les argiles grises du Gourma. Ils sont dus à des phénomènes de concentration moléculaire analogues à ceux qui ont été signalés pour les nodules calcaires, et — ce fait est important — pas nécessairement au milieu de roches meubles où le fer est déjà décelé par une coloration rouge.

roches du Nil, que le dépôt en question était de l'oxyde de manganèse, résultant de l'altération de minéraux manganésifères des roches sous-jacentes. Or ici, c'est bien en présence d'hydrate de fer qu'on se trouve.

D'autre part, l'interprétation donnée par ces auteurs n'est pas applicable aux roches du Dahomey. L'hydrate de fer est bien en dissolution ou en suspension dans l'eau. En effet :

1^o Dans une même roche, le dépôt peut être inégal sur deux surfaces de tous points identiques, mais ayant une orientation différente par rapport au courant.

2^o Sur deux roches de composition minéralogique très différente, mais placées dans des conditions d'orientation identiques, le dépôt est souvent égal, même si l'une d'elles est très pauvre en fer (aprites).

3^o Il est toujours plus important du côté de l'amont que du côté de l'aval et toujours plus grand sur les roches toujours immergées.

4^o Rien ne s'oppose à ce que l'hydrate de fer soit en dissolution dans les eaux d'un fleuve, puisqu'il est bien en dissolution dans les eaux superficielles qui contribuent à former le conglomérat ferrugineux.

LIMONITE PISOLITIQUE

La limonite pisolitique, que j'ai déjà eu l'occasion de signaler (1) dans ces régions, occupe une grande étendue sur les bords du Niger, au moins de Gaya à Kendadji. Contrairement à M. Chudeau (2), je ne la considère pas comme un produit de décalcification, parce que les indices de présence de calcaire dans ces régions sont nuls. C'est d'ailleurs une formation assez ancienne dont on n'a pas à s'occuper ici.

HYDRATE D'ALUMINE

L'hydrate d'alumine est susceptible d'exister dans presque toutes les formations superficielles riches en hydrate de fer rencontrées dans la colonie. Mais il y est en tous cas très accessoire par rapport aux autres éléments. Il n'est d'ailleurs décelable ni au microscope, ni par l'analyse chimique. Dans ce dernier cas, en effet, l'analyse indique une notable quantité de silice, de fer, d'alumine et d'eau. Or on sait qu'il y a dans la roche de la silice (quartz), du silicate d'alumine (argile) et de l'hydrate de fer (limonite ou turgite) en proportions variables. On n'a par conséquent aucun élément pour établir que l'alumine existe à l'état d'hydrate libre.

Par contre, j'ai rencontré, exceptionnellement, de la bauxite pisolitique, à Gaya et dans le Borgou. Dans cette roche, (Pl. XVIII, 2), l'hydrargillite est parfaitement déterminable au microscope, notamment dans le ciment qui entoure les couches concrétionnées.

Cette formation provient toujours de roches très remaniées ; on ne la trouve qu'au pied d'élévations au sommet desquelles elles n'apparaissent jamais.

M. Du Bois (3) a admis que l'hydrate d'alumine se formait plutôt aux dépens de produits de décomposition de roches basiques. Cela paraît assez vraisemblable pour la région de Saoré ;

1. H. Hubert. *Loc. cit.*

2. Chudeau. *Excursion géol. au Sahara et au Soudan*, p. 334.

3. Du Bois. *Loc. cit.*

ALTÉRATIONS SUPERFICIELLES DES ROCHES.



Désagrégation en boules (village de Tchetti).
Cliché H. Hubert



Désagrégation en boules (hauteur au N.-E. de Tchetti).
Cliché H. Hubert.

mais à Gaya on ne rencontre pas de roche éruptive. Il se pourrait donc qu'en ce point la production de la bauxite fût due à une autre cause. D'ailleurs on sait qu'en France cette roche ne s'est pas formée aux dépens de roches basiques.

D'autres substances peuvent former des dépôts chimiques, mais de peu d'intérêt. C'est d'abord l'oxyde de manganèse, soit sur les calcaires (dendrites dans la Lama), soit dans le lit des fleuves, sur les roches immergées. Mais ce dernier cas est, je crois, fort rare au Dahomey. En outre les falaises gréseuses de Logobou-Yobiri sont recouvertes d'un enduit noirâtre qui est en trop faible proportion pour qu'on puisse en déterminer la nature.

DÉPÔTS D'ORIGINE PHYSIQUE

À côté des dépôts d'origine chimique il en est qui sont simplement le résultat de la juxtaposition ou de la superposition d'éléments meubles. Ceux qui me paraissent offrir un intérêt particulier seront seulement indiqués.

A) GÈRS

Il s'est formé, dans le fond de la lagune de Grand-Popo, près de Nigohoué et d'Agogo, des petits bancs d'un grès argileux dont le développement se poursuit, et qui n'est autre chose qu'un fond de sable cimenté localement par de l'argile (1).

J'ai eu l'occasion de remarquer en certains points des grès d'origine éolienne formés par des sables qui se sont pris en masse après l'évaporation d'eaux superficielles, celles-ci ayant laissé en faible quantité un ciment argileux qu'elles avaient apporté.

B) TERRE DE BARRE

Il est d'autant plus délicat de se faire une opinion sur l'origine de la *terre de barre* qu'on ne connaît pas les roches qu'elle surmonte ni celles aux dépens desquelles elle s'est formée.

1. Dans la région de Zougbonou et d'Onhoué le sable blanc et fin qui affleure en plusieurs points se transforme, lui aussi, en profondeur, par des causes analogues, en grès blanc friable.

On a vu antérieurement quelle était la constitution de la *terre de barre*. J'appliquerai exclusivement ce nom aux formations détritiques qui couvrent d'un épais manteau la région au sud de Paouignan. Au nord de cette localité, il n'y a aucune hésitation à avoir sur l'origine des terres plus ou moins colorées en rouge, car elles résultent, comme les argiles de nos climats, de la décomposition des roches silico-alumineuses sous-jacentes, ainsi que l'attestent l'abondance des éléments feldspathiques et micacés qu'elles contiennent. Ces éléments n'ont d'ailleurs subi qu'un transport limité. La coloration de ces terres par l'hydrate de fer est variable et peut être nulle.

La *terre de barre* au contraire, dont la teneur en hydrate de fer est assez constante, est un dépôt superficiel souvent très puissant, dont la nature est toujours indépendante de celle de la roche sous-jacente.

En effet, au fond des puits creusés dans la *terre de barre*, on trouve : à Porto-Novo, un sable assez grossier ; à Segbohoulé, des graviers roulés ; dans le pays Sahoulé, des grès ; sur le plateau d'Abomey, des argiles ; enfin, un peu partout, au nord de la Lama, du conglomérat ferrugineux. Et toujours le revêtement de *terre de barre* présente une surface régulière et horizontale qui contraste avec l'allure parfois tourmentée des formations qu'il recouvre. Bien mieux, on voit que, d'une manière générale, toute la région centrale du Bas-Dahomey, exclusivement recouverte de *terre de barre*, ne présente aucun accident topographique remarquable : elle s'incline doucement vers la côte avec une pente extrêmement faible (0,30 0/0 environ).

C'est pourquoi je n'hésite pas à considérer la *terre de barre* comme le produit ultime de la décomposition de terrains sans doute différents, fréquemment remaniés par les agents extérieurs : le sable réduit à des éléments extrêmement fins, l'argile, très homogène et intimement liée à l'hydrate de fer qui la colore, étant bien, dans ces pays, comme on l'a vu plus haut, les derniers termes de la désagrégation des roches. Ces éléments détritiques seront venus s'accumuler dans la région méridionale, comblant les dépressions et formant un épais manteau, très stable en raison de l'humidité.

La cause principale de ces dépôts doit être recherchée dans le ruissellement, et cela pour les trois raisons suivantes :

1^o Diversité des roches sous-jacentes, attestant un transport et non une formation en place ;

2^o Absence de stratification, écartant l'hypothèse de dépôts torrentiels ;

3^o Nivellement remarquable de la surface, écartant la possibilité d'un dépôt éolien. Les phénomènes de transport par le vent sont d'ailleurs nuls dans la région considérée, ne serait-ce qu'en raison du développement de la végétation. Du reste ce nivellement se poursuit sous nos yeux et il n'a actuellement d'autre cause que le ruissellement, d'ailleurs considérable.

La présence de ce dépôt est indépendante de l'altitude, mais son épaisseur est généralement plus considérable dans les vallées que sur les plateaux. Cependant, la *terre de barre* n'apparaît jamais dans les endroits inondés, où elle fait place à l'argile. Déjà au voisinage des rivages où les eaux possèdent un niveau variable (lac Ahé, cours d'eau permanents qui débordent, sources) elle subit un lessivage à la suite duquel elle se transforme en sable fin, par suite du départ de l'argile rouge.

Etant donnée son épaisseur, il est probable qu'il y a longtemps que ce dépôt a commencé à se former au cours de la période actuelle. Il est de toute évidence qu'il continue à se développer sous nos yeux.

Par tous ses caractères extérieurs, la *terre de barre* est une *latérite* telle que celle-ci a été décrite pour la première fois (1) ; c'est-à-dire un produit de décomposition superficielle spécial aux pays tropicaux et caractérisé par l'abondance de l'hydrate de fer. Elle répond aussi parfaitement bien à la description qu'a donné M. Du Bois (2) des *latérites alluviales* (remaniées) de Surinam. Mais au point de vue chimique elle s'en écarte cependant.

Outre qu'elle contient une moins grande quantité de quartz (35 0/0 au lieu de 52), différence négligeable d'ailleurs, elle est

1. Buchanan Hamilton (*Journey from Madras through Mysore, Canara and Malabar*. 1807, II, 440.

2. Du Bois, *loc. cit.*

avant tout constituée par de l'argile, tandis que les latérites alluviales de Surinam sont caractérisées par leur richesse en hydrate d'alumine. Comme il n'est pas possible d'isoler actuellement ce dernier élément de la terre de barre, je ne crois pas qu'il faille rechercher une assimilation avec les formations de Surinam. C'est pourquoi il semble qu'il y ait intérêt pour le moment à conserver à la terre de barre son nom local.

Je considère la terre de barre comme un dépôt non pas identique au lœss, mais du même ordre que lui. On regarde le lœss comme étant surtout d'origine éolienne, mais on sait que néanmoins il peut se former, se déplacer, s'accumuler sous les actions de ruissellement. C'est ce qui se produit pour la terre de barre, et on a la certitude qu'actuellement le ruissellement seul agit. Mais il n'est pas impossible que le vent ait pu avoir autrefois une action prépondérante. S'il en était ainsi, l'identité d'origine des deux formations (terre de barre et lœss) serait complète.

§ 2

LE MODELÉ PAR LES EAUX SAUVAGES

Dans un pays couvert d'une végétation peu dense, comme l'est à peu près partout le Dahomey, on comprend que la dénudation par les eaux sauvages contribue, presque à elle seule, à modifier le relief primitif. Une telle action est d'ailleurs considérable, même dans les régions septentrionales moins arrosées, car là encore les précipitations atmosphériques demeurent très violentes.

Déjà dans le sud de la colonie, que recouvre une riche végétation, chaque pluie déblaie les terrains meubles dont les éléments sont souvent entraînés au loin, grâce à de puissantes rigoles qui se forment à la surface du sol. Dans les pays du nord, peu boisés, l'action des eaux est bien supérieure. Ainsi j'ai constaté sur la rive gauche de la rivière Tiounga (Gourma), la présence d'un véritable petit bassin, d'environ 50 mètres de côté, qui s'était formé après deux ou trois pluies dans des alluvions déjà anciennes. Les parties demeurées en relief dominaient d'un mètre les dépressions, ce qui est énorme, étant donnée l'allure horizontale que possédait antérieurement le terrain.

ACTION SUR LES ROCHES MEUBLES

Outre les actions de ravinement, beaucoup plus intenses que dans les régions tempérées d'un relief comparable, le ruissellement a surtout pour effet de mettre à nu le squelette rocheux qui constitue la plateforme granito-gneissique du Dahomey. A côté de ces résultats, d'un caractère très général, on constate certains phénomènes de détail qu'il faut signaler, comme par exemple, la formation — fréquente dans bien des pays — de pyra-

mides coiffées. Le meilleur type rencontré se trouve sur la route de Niamey à Goudel. En ce point, la falaise qui domine le Niger est constituée par une argile feldspathique (13) couronnée d'un revêtement de conglomérat ferrugineux compact (19) (près de trois mètres) (Fig. 13). Sur le bord de la falaise, les eaux désagrègent le conglomérat ferrugineux en blocs, atteignant parfois plusieurs mètres cubes, qui roulent le long du talus et demeurent souvent à mi-chemin. Ceux de ces blocs dont les dimensions ne dépassent pas 0 m. 50 de côté demeurent perchés parce qu'ils n'offrent pas une masse suffisante pour faire ébouler la colonne d'argile que le ruissellement ne tarde pas à former au-dessous d'eux et qui peut très bien atteindre 0 m. 70 de hauteur.

C'est plus encore à des actions de ruissellement qu'à des phénomènes de dissolution qu'il faut rapporter l'aspect de certaines formations argileuses. A Niamey, la falaise, couronnée le plus souvent de conglomérat ferrugineux et qui se présente d'ordinaire avec une paroi verticale ; à Say, les piliers de kaolin, rapidement isolés, puis érodés ; A Youri, les puissants ravinelements intéressant toute la masse argileuse (Pl. XVII, 1) doivent avant tout leur faciès typique au ruissellement alors que les actions dissolvantes de l'eau ne sont le plus souvent intervenues que pour décomposer la roche préexistante ou la désagréger.

GRÈS

Suivant la nature de leur ciment, les grès affectent un faciès un peu différent, mais ne s'écartant pas sensiblement du type caractéristique. La régularité souvent parfaite de leurs dépôts facilite la dénudation suivant des directions toujours horizontales ; la compacité de la roche et son homogénéité contribuent à former des talus fort raides dont le sommet est toujours une arête vive. De là vient cet aspect tabulaire bien connu, aux talus obliques, donnant aux formations gréseuses leur profil trapézoïdal.

Les hauteurs de la région de Lamordé présentent les caractères en quelque sorte classiques des formations gréseuses, que je viens de rappeler. (Fig. 14) Vue de loin, la falaise qui termine ces étendues tabulaires apparaît fréquemment marquée de lignes

obliques d'angle sensiblement constant, qui semblent la diviser en parties inégales. Ce sont des masses coniques ou tronconiques

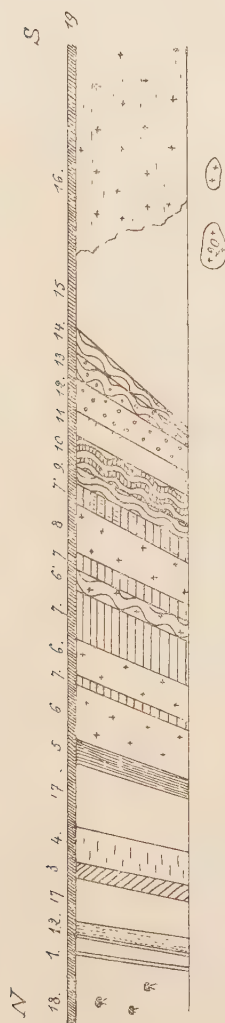


Fig. 13. — Formations de la falaise au nord de Niamey.



Fig. 14. — Vue perspective des plateaux gréseux en face Niamey. Au premier plan, sur les bords du fleuve, boules de granite.

d'éboulis, d'une hauteur égale à celle de la falaise, qui déterminent cet aspect assez particulier. On peut les reconnaître facilement à de grandes distances à cause du soleil vif de ces régions qui donne des ombres portées très fortes.

Naturellement, les variations de composition dans une même masse se traduisent par la mise en relief des grès les plus résistants. Mais, en général, ces variations sont peu sensibles. Les plus nettes sont celles d'Youri et de Bossia. Dans ce dernier cas, le grès supérieur, extrêmement riche en argile, facile à désagréger par conséquent, a une tendance à se former en dôme.

L'allure reste partout semblable pour les grès des autres parties du Niger, sauf sur les bords immédiats du fleuve, où les éboulements ont déterminé des parois abruptes (Gaya).

C'est également avec des parois verticales que se présentent les grès de Gourma, mais pour une autre raison. Cela tient à leur ciment siliceux beaucoup plus résistant : les phénomènes de dissolution se poursuivant fréquemment suivant des directions verticales en même temps que les eaux éprouvent une plus grande résistance à façonner la roche suivant une pente régulière. Aussi la falaise, dont la hauteur demeure élevée (jusqu'à 120 mètres), se trouve-t-elle souvent divisée en deux parties : la partie supérieure, réduite à des lambeaux isolés aux parois verticales (offrant l'aspect d'ouvrages imposants, de murs, de piliers ruiniformes), (Pl. VIII, 1) tandis qu'à la partie inférieure, de beaucoup la plus importante, se sont accumulés, en talus considérables, les éboulis provenant du démantèlement du sommet.

QUARTZITES

L'effet du ruissellement sur les quartzites est plutôt d'entraîner les particules désagrégées par des actions de dissolution et de mettre en relief les différentes assises de la roche. Celle-ci est d'ordinaire trop résistante pour que le ruissellement seul puisse contribuer directement à modifier son modelé. Il y a bien une sorte de polissage dû au frottement des particules déplacées par l'eau, mais surtout entraînement des éléments meubles accumulés dans les anfractuosités et dont la disparition peut nuire à la

solidité de la masse. Celle-ci se débite alors suivant les bancs parallèles ou les diaclases (Pl. II, 1 ; III, 1 ; VI, 1 et 2).

GRANITES ET GNEISS

On a vu que le ruissellement a surtout pour effet de débiter les arènes en laissant à nu la surface fraîche de la roche.

Les accidents topographiques typiques des régions granitiques du Dahomey sont les dômes. D'une façon constante, ils sont dépourvus de végétation, mais celle-ci peut se développer exceptionnellement à la faveur d'une décomposition en boules suffisamment avancée pour qu'entre les blocs il demeure un peu d'humus. J'ai indiqué, au sujet des phénomènes de dissolution, que la surface de ces dômes et des affleurements horizontaux (dalles) avait acquis un poli remarquable dû en grande partie au ruissellement.

Les dômes, au Dahomey, ont une hauteur comprise entre 40 et 300 mètres. Certains ont un profil d'une régularité parfaite (Savé : Monts Tchabé, Enicpopo) (Pl. IV, 4) ; d'autres, au contraire, forment une série de moutonnements successifs qui, vus d'en haut, évoquent l'aspect de dos de moutons, ou bien encore de cascades pétrifiées (Savé : Mont Tantani) (Pl. 4, V, 1).

Les arènes entraînées par le ruissellement, du sommet ou des flancs des dômes, viennent s'accumuler dans les parties basses où, en raison de leur nature argileuse, elles contribuent à former une zone de terrains humides.

Le ruissellement détermine également, comme chez nous, une topographie spéciale à l'ensemble des régions granitiques, caractérisée par de larges ondulations à versants symétriques. Souvent le sommet de ces ondulations, très vaste, est très sensiblement horizontal. Aussi les éléments argileux s'y accumulent-ils, au lieu d'être entraînés dans les bas-fonds par le ruissellement.

Il nous suffira d'indiquer ici, sans qu'il y ait pour cela à entrer dans le détail, que pour toutes les roches, quelles qu'elles soient, l'existence de fentes, cassures, diaclases, facilite beaucoup la dénudation.

Modelé typique de chaque région.

Un tableau général servira à résumer le modelé typique de chaque terrain au Dahomey.

GRÈS

Les grès se présentent toujours avec leur aspect tabulaire caractéristique, quelle que soit la composition de leur ciment. Leurs talus sont obliques, sauf lorsqu'il s'agit de grès à ciment siliceux (Gourma) et lorsque leur base a été affouillée par les eaux (Niger à Gaya, Ouémé à Dogba). Leur surface est généralement dénudée.

QUARTZITES

Par leur facilité à se débiter dans l'ensemble de leur masse, les quartzites ne forment superficiellement que des amas de blocs éboulés, toujours à angles vifs. Ces blocs ont une tendance à se casser suivant des plans parallèles, si bien que sur les pentes tout le sol est recouvert de plaques de quartzites volumineuses. (Pl. XVI, 1 et 2) (1). Un tel mode d'érosion favorise le développement d'une végétation arborescente assez clairsemée, mais qui donne néanmoins un aspect boisé à toutes les hauteurs. Celles-ci présentent toujours un profil largement ondulé et à versants inégaux (Pl. XVI, 1) ; elles s'élèvent le plus souvent au-dessus des plaines environnantes sous la forme de véritables murs verticaux.

GRANITES ET GNEISS

Au cours de ce travail, l'allure particulière de chaque région granitique ou gneissique sera indiquée en détail. Il est donc inutile de développer cette question. Cette allure est caractérisée par l'existence de vastes plaines aux ondulations régulières très douces, au milieu desquelles se dressent brusquement

1. Les micaschistes, fréquemment associés aux quartzites, se débitent d'une façon souvent analogue (Pl. VI, 2).

des dômes, remarquables par la régularité de leur profil. La région centrale et le Gourma sont des types *parfaits* de pénéplaines.

CONGLOMÉRAT FERRUGINEUX

Les formations précédentes (granites surtout) sont revêtues sur de larges espaces de conglomérat ferrugineux. Parce qu'il se substitue progressivement aux éléments des roches, il épouse nécessairement le contour extérieur de celles-ci. Il en conserve d'autant mieux le modelé qu'il offre une résistance beaucoup plus grande aux agents extérieurs. Ainsi, sa surface est rigoureusement horizontale quand il surmonte ou remplace des grès (Nansougou, Guéné) ; elle est régulièrement ondulée dans la région granitique.

L'allure superficielle du conglomérat ferrugineux est d'autant plus remarquable qu'elle est sans rapport avec celle des roches détritiques qui le surmontent. Ainsi à Kinta, où les tranchées du chemin de fer l'ont mis à découvert, sa surface est irrégulière comme celle d'un affleurement granitique. De même, près d'Agouagon, au milieu des arènes granitiques, les lentilles de conglomérat ferrugineux offrent un aspect qui ne peut correspondre qu'à des formations cristallines : la nature des éléments incorporés et les conditions de gisement montrent qu'il en est bien ainsi.

En contradiction avec l'identité du modelé affecté par le conglomérat ferrugineux et par la roche sous-jacente, apparaissent les formations des bords du Niger. Ce sont des gneiss entièrement décomposés, complètement redressés et couronnés d'un revêtement *horizontal* de conglomérat ferrugineux. Ici la contradiction n'est qu'apparente, parce que tous les gneiss de cette région, quels que soient leur orientation et le pendage de leurs plans de schistosité, ont subi un nivellement parfait, comme cela se produit en de nombreux points du centre de la colonie ; après quoi seulement les grès ou le conglomérat ferrugineux sont venus les recouvrir. Il est donc naturel que ce dernier ait formé un revêtement horizontal, en discordance manifeste avec les plissements de la roche sous-jacente, mais en harmonie avec sa surface d'érosion.

Dans ces conditions, on voit qu'il est impossible de déterminer, d'après le modelé, si l'on a affaire à un plateau gréseux ou à des gneiss nivelés horizontalement, au cas où le conglomérat ferrugineux aurait remplacé *totalement* la roche originelle. Il semble seulement que les talus primitivement gréseux sont plutôt concaves, tandis que les talus primitivement gneissiques sont ou rectilignes ou convexes. Mais ces différences d'aspect ne paraissent avoir qu'une valeur médiocre.

Au point de vue du modelé, un type très particulier est celui des buttes de la région de Djougou. Elles sont formées uniquement de conglomérat ferrugineux et reposent sur un sous-bassement éruptif ou gneissique, aujourd'hui presque entièrement kaolinisé.

Très inégalement réparties aux environs mêmes de Djougou, elles présentent cette particularité d'offrir un volume géométrique qui est celui du tas de sable. Leurs dimensions moyennes sont les suivantes : longueur 100 mètres, largeur (au sommet) 20 mètres, hauteur de commandement, 10 à 15 mètres (Pl. VIII, 2). Bien qu'aucun élément de la roche originelle ne soit discernable au milieu du conglomérat ferrugineux, on ne peut attribuer celui-ci qu'à la décomposition sur place des roches cristallines se retrouvant moins altérées ou intactes au voisinage.

Le profil de ces buttes de conglomérat s'explique très bien par ce que je viens d'indiquer au sujet des formations gneissiques de la vallée du Niger ; elles offrent simplement cette caractéristique d'être isolées les unes des autres au lieu de former une masse continue.

Les grès transformés en conglomérat ferrugineux peuvent aussi donner naissance à des hauteurs analogues, si bien qu'au Gourma notamment, il est impossible, d'après le modelé *seulement*, de connaître la nature de la roche primitive.

Sur les bords du Niger, le démantèlement rapide des roches sans consistance qui servent maintenant de support au conglomérat ferrugineux, amène des éboulements fréquents de celui-ci. Quelquefois ces éboulements affectent des espaces étendus. Il se produit alors des excavations dominées par des parois à pic qui, à Pekinga, atteignent une quinzaine de mètres de hauteur.

Il arrive aussi que la roche sous-jacente est transformée en conglomérat ferrugineux jusqu'à une profondeur où toute investigation est impossible. C'est précisément le cas à Kinta, au sud du plateau d'Abomey ; à Djougou, pour les monticules à section trapézoïdale ; à Kandi, où les mamelons gneissiques ont été remplacés par des éboulis de blocs énormes de conglomérat ferrugineux ; et à Bérébouay, où se trouvent quelques accidents du même genre.

TERRE DE BARRE

Un modelé caractéristique dans tout le sud de la colonie est celui de la terre de barre. Il se manifeste par un nivellement progressif de tout le pays avec une pente très faible vers la mer.

SABLE

Les sables n'offrent aucun caractère particulier ; leur accumulation se traduit par des dunes comme partout ailleurs.

ARGILES

Enfin les régions argileuses occupent nécessairement les dépressions de plus faible altitude, marécageuses pendant une grande partie de l'année.

§ 3

LES EAUX COURANTES. — LEUR RÉGIME

Les eaux souterraines.

Il est impossible, pour le Dahomey, de comprendre comment se comportent les eaux à la surface du sol sans connaître auparavant le régime des eaux souterraines.

PERMÉABILITÉ DU SOL

On admet que la totalité des eaux de précipitation se divise en trois parties : la première est évaporée ($\frac{2}{3}$ à $\frac{4}{5}$) (1), la seconde ruisselle, la troisième pénètre dans le sol. Or, non seulement l'évaporation et le ruissellement sont exagérés au Dahomey, mais encore plusieurs causes viennent s'opposer à l'infiltration :

1° La violence même des précipitations, qui empêche les eaux de pluie de séjourner à la surface du sol.

2° La chaleur du sol, qui s'oppose au mouvement descendant des eaux.

3° L'absence d'humus : puisqu'alors il n'y a plus de débris végétaux retenant mécaniquement les eaux.

4° L'imperméabilité du sol.

Cette dernière cause surtout est à retenir, puisque dans la plus grande partie de la colonie les affleurements sont constitués soit par des roches éruptives et métamorphiques, soit par des forma-

1. De Lapparent. *Traité de géologie*, p. 158.

tions argileuses (terre de barre, argiles compactes) les unes et les autres pratiquement imperméables (1).

Les seuls terrains propres à l'infiltration des eaux superficielles sont les sables, les grès et les masses rocheuses imperméables intéressées par des fentes nombreuses permettant la descente des eaux en profondeur (quartzites, conglomérat ferrugineux).

Les quatre causes qui s'opposent à l'infiltration des eaux sont rarement corrigés par un phénomène local : abondance de la végétation par exemple. Aussi le niveau hydrostatique à diverses époques de l'année est-il très variable pour un même point. Au milieu même de la saison des pluies il demeure encore très éloigné de la surface, et ce n'est qu'à la fin de l'hivernage qu'il affleure au bas des vallées importantes. Pendant la saison sèche il s'abaisse considérablement, et se trouve généralement au-dessous du lit des grandes rivières.

PUITS

Quelques-uns seulement des essais tentés pour la captation des eaux souterraines au Dahomey ont abouti. Cela tient en partie à ce qu'on a négligé de déterminer l'altitude minimum du niveau hydrostatique en un point donné et d'étudier la constitution du sous-sol : cette dernière, comme on sait, pouvant très heureusement modifier l'allure du niveau hydrostatique (2). Les seuls points où les habitants ont creusé un système de puits capables de subvenir largement aux besoins de la population locale sont : 1° à la côte :

1. J'entends comme roches pratiquement imperméables celles qui mettent 30, 40, 50 jours à s'imbiber, car au bout de ce temps on peut admettre que la presque totalité des eaux de précipitation non entraînées par la circulation est retournée dans l'atmosphère.

2. Le problème de la recherche des eaux souterraines est capital au Dahomey, ne serait-ce qu'en vue de l'alimentation. Nombreuses sont les agglomérations où l'on souffre très vivement du manque d'eau, et cela nuit beaucoup au développement économique de la contrée. Des recherches sommaires avaient déjà été faites à Abomey, puis elles ont été abandonnées. Il serait désirable qu'elles fussent reprises parce qu'il n'est pas douteux qu'elles aboutissent. Dans des conditions moins délicates, il est vrai, plusieurs puits ont été très heureusement creusés dans l'intérieur de la colonie, grâce à l'initiative de certains fonctionnaires.

Porto-Novo (niveau hydrostatique entre 10 et 25 mètres).

Cotonou (niveau hydrostatique à moins de 3 mètres).

Ouidah (niveau hydrostatique 7 mètres à la Résidence).

2° dans l'intérieur, les pays du nord occupés par les gens de race Dendi :

Djongou (niveau hydrostatique 10 mètres).

Dokimana (niveau hydrostatique 20 mètres) (1).

Alibarkaïzé (niveau hydrostatique 10 à 15 mètres).

Gaya (niveau hydrostatique 10 à 15 mètres).

Dans plusieurs autres régions (pays Sahoué, Abomey), les indigènes ont creusé de larges excavations peu profondes, sortes de citernes retenant seulement les eaux de surface pendant quelques mois par an.

Puits de la région côtière. — Dès deux groupes de régions où les puits sont abondants, l'existence du premier ne saurait surprendre, puisqu'il est situé dans une région d'altitude presque nulle, au bord même de la mer (ou des lagunes). C'est aussi la région où les indigènes sont le mieux formés aux recherches de cet ordre, en raison de leur contact ancien avec les Européens.

On remarquera que le niveau hydrostatique à Cotonou est à trois mètres environ de la surface, ce qui s'explique par la faible altitude de cette localité (point le plus élevé : 7 mètres). On sait que la profondeur des excavations doit être limitée, puisqu'au-dessous de la nappe d'eau douce on retrouverait fatalement une nappe d'eau saumâtre dont le point d'affleurement sur le rivage est le niveau même de la mer.

Plusieurs essais ont été heureusement tentés pour capter les eaux souterraines, notamment à Segbohoulé, sur les bords du lac Ahé, où l'on atteint l'eau à une profondeur de 2 m. 50 environ ; à Savé où le niveau de l'eau est à moins de 10 mètres et où le débit, en saison sèche, est largement suffisant pour les besoins de la population locale. Ailleurs on a eu généralement des insuccès, soit que les points de sondage n'aient pas été tou-

1. Dokimana n'est pas occupé par des Dendis, mais l'influence de ceux-ci n'est pas douteuse ; ils sont d'ailleurs nombreux dans toute la région.

ALTÉRATIONS SUPERFICIELLES DES ROCHES.



Bancs de quartzites redressés à Nioro (Atacora).
Cliché H. Hubert



Micaschistes et quartzites près de Nioro (Atacora).
Cliché H. Hubert.

jours judicieusement choisis, soit que les profondeurs atteintes n'aient pas été suffisantes (1).

Puits de la région septentrionale. — J'ai classé dans le second groupe « les villages habités par les Dendis » ce qui paraît bizarre comme base d'une division naturelle. Les quelques villages du nord où il y a des puits — et beaucoup de puits — ont une agglomération puissante de Dendis. Cela donne le choix entre deux hypothèses ; ou bien les Dendis s'installent dans les pays où il y a des puits ; ou bien ils ont creusé des puits dans le pays où ils se sont installés. C'est la seconde hypothèse qui est vraie, et cela montre combien le problème de captation des eaux souterraines est loin d'être insoluble. Qu'on songe en effet à la différence du sous-sol dans les points signalés précédemment (à Djougou : roches cristallines décomposées ; à Dokimana : sable ; à Alibarkaïzé et à Gaya : grès) et l'on demeurera étonné du succès atteint par les indigènes grâce à des procédés empiriques. Il n'y a donc pas de raison pour que nous n'obtenions pas nous-mêmes des résultats aussi satisfaisants.

SOURCES

Les sources pérennes sont extrêmement rares. Puisqu'elles représentent des points où le niveau hydrostatique affleure exceptionnellement, il faut que celui-ci se trouve relevé par l'existence d'accidents topographiques ou par la présence d'une roche imperméable sous-jacente. Le plus généralement ces deux causes sont simultanées.

Les seules sources pérennes rencontrées au Dahomey se trouvent aux points suivants : Togodo, Abomey, Dan, Zagnanado,

1. On s'effraye facilement, dans la colonie, lorsqu'il faut donner à un puits une profondeur d'une trentaine de mètres. Il ne faudrait pas oublier cependant qu'entre Niamey et Zinder notamment, où les terrains superficiels sont souvent constitués par du sable qui s'éboule très facilement, la profondeur de certains puits atteint 80 mètres.

Parahoué, Thoun, Paouignan, Adjohon, Bembéréké, Iérina et dans l'Atacora (Kouandé, Nioro, Birni, etc.) (1).

Les sources de Togodo (près d'Allada) (Sources du Roi) sont au fond d'une dépression à pentes abruptes. Cette dépression est tout entière dans la terre de barre à la partie superficielle de laquelle on trouve des nodules d'un grès ferrugineux grossier. Le fond est occupé par une tranchée d'environ 8 mètres de large sur 1 m. 50 à 2 m. 50 de hauteur, creusée dans des alluvions actuelles, formées de lits parallèles où se rencontrent des cailloux roulés. L'eau s'échappe par de petits trous d'un centimètre de diamètre qui sont au fond de deux petites cuvettes d'argile jaunâtre, compacte. Ces cuvettes ont environ 0 m. 40 de diamètre et sont distantes l'une de l'autre de 4 mètres.

L'écoulement des eaux souterraines est donc dû à une dénivellation brusque, vers laquelle convergent les eaux de la région, et à la présence d'une couche argileuse — assez complexe à vrai dire (2) et sans doute peu régulière — formant un niveau de drainage.

La plupart des sources du Bas-Dahomey répondent à un ensemble de conditions du même ordre. Celles de Dan se trouvent au fond d'un ravin aux parois formées de conglomérat ferrugineux, seul témoin au-dessus du sol de la présence de roches cristallines acides formant en profondeur un niveau de drainage.

Les sources de la région de Zagnanado (Zagnanado, Cové, etc.) sont les plus puissantes de toute la colonie. Elles méritent une description spéciale.

Le plateau de Zagnanado se termine brusquement vers le sud par une dénivellation d'une trentaine de mètres (pour 1.500 mètres environ), avec un à-pic terminal de 10 à 15 mètres : c'est à la faveur de cette dénivellation que se présentent les sources. Sur

1. D'après M. Savariau, Chef du Service de l'Agriculture au Dahomey, il s'en trouverait également au pied du plateau d'Abomey, dans la région de Sinhoué.

2. Cette argile cimente en effet des cailloux de limonite compacte de la grosseur du poing.

la même tranche verticale on rencontre successivement, de haut en bas (Fig. 15) :



Fig. 15. — Source à Zagnanado.

1. gneiss ; 2. grès ferrugineux ; 3. grès rose ; 4. conglomérat ferrugineux ;
5. terre de barre.

5. Terre de barre (5 à 8 mètres).

4. Conglomérat ferrugineux (0 m. 50).

3. Grès rose compact (1 m.).

2. Grès grossier ferrugineux fissuré (3 m.).

1. Gneiss blanc altéré, dont le niveau supérieur arrive à 3 mètres au-dessus du fond du ravin.

Ces formations sont surmontées d'une épaisseur d'environ 20 mètres de terre de barre, à pente douce, au milieu de laquelle sont répandus certains des matériaux détritiques du sous-sol.

Le grès grossier ferrugineux, d'une teinte rouge brune analogue à celle de la terre de barre — sauf dans le cas où un lessivage partiel lui donne une teinte rosée ou jaunâtre — est une roche friable, très fissurée. La couche qu'il constitue donne souvent l'impression d'une accumulation de gros blocs.

Quant au gneiss, il est entièrement kaolinisé, mais sa texture originelle a été conservée, et ses feuillets verticaux, d'orientation magnétique Nm-40°-E (1), demeurent très nets (Pl. IX, 2).

1. Toutes les orientations indiquées au cours de ce travail sont, sauf mention spéciale, rapportées au nord magnétique (représenté par le signe Nm) pour les années 1904 à 1906. Comme les variations de la déclinaison ont été, pendant ce temps, inférieures à 10' pour chaque point, il n'y a pas à en tenir compte, les

Les sources jaillissent entre le grès et le gneiss : celui-là constituant une masse poreuse où la circulation des eaux est facile, celui-ci représentant au contraire un niveau imperméable avec ses feldspaths kaolinisés.

L'espace compris entre les deux roches forme un vide qu'il faut attribuer à l'action des eaux : le gneiss, très altéré, a été enlevé sur une certaine épaisseur, en même temps que quelques menus éboulements dans la masse des grès venaient augmenter encore l'intervalle préexistant.

Le débit des sources de Zagnanado est important. Il y a, en outre, de nombreux suintements au contact du grès et du gneiss.

La source Demfoli, à Thoun, se trouve au fond d'un véritable entonnoir. Elle coule sur un lit de grès (Pl. IX, 1) au ciment légèrement argileux, et sillonné de filonnets parfois parallèles. Ces filonnets, de composition minéralogique identique à celle de la masse elle-même, ne semblent pas être autre chose que des fractures multiples, remplies postérieurement de sable blanc qui a été recimenté.

Les grès blancs sont surmontés irrégulièrement d'un grès argileux, rougeâtre, friable, à grain très fin, et légèrement caverneux, qui, à la surface du sol, se transformerait en grès ferrugineux compact. Ici, la différence de perméabilité des couches superposées apparaît beaucoup moins nettement, mais ce défaut est compensé par un dispositif topographique plus favorable que précédemment.

A Parahoué, le sol est recouvert uniformément de terre de barre dans les endroits élevés, avec immédiatement au-dessous un grès ferrugineux grossier, peu abondant. Dans les endroits d'altitude moindre, on rencontre du conglomérat ferrugineux.

Il est certain que celui-ci s'est formé aux dépens de roches acides et de schistes métamorphiques dont on voit des blocs non

chiffres étant toujours exprimés en degrés. J'ai signalé précédemment les deux seules valeurs données pour la déclinaison. On a vu qu'elles différaient sensiblement. Le feuilletage des gneiss de Zagnanado est appréciable sur la photographie de la Pl. IX, 1, au premier plan, à gauche, dans une partie qui n'est malheureusement pas au point.

encore décomposés, mais il n'est pas possible de savoir à quelle profondeur ceux-ci forment une masse compacte imperméable.

On ne peut donc dire si, pour les sources de Parahoué, où la végétation est très dense, la présence d'une roche sous-jacente a pu élever le niveau hydrostatique. Le fait est très vraisemblable, mais la brusque différence de niveau, au point où se trouve les sources, a pu suffire pour déterminer le drainage des eaux souterraines.

C'est du reste ce qui se passe à Abomey pour les sources Dido, lesquelles sont, au pied du plateau, dans une tranchée d'environ 6 mètres de profondeur, c'est-à-dire dans des conditions rappelant celles de Zagnanado. Mais ici, on ne rencontre plus sous la terre de barre (3 m. environ) qu'une formation très semblable, seulement moins homogène. Au fond de la tranchée, on remarque de petites cuvettes d'où l'eau s'écoule comme à Allada. Bien qu'on ne rencontre pas de couches particulières au niveau de la source, elles existent néanmoins à une faible profondeur puisqu'on les rencontre partout aux environs (roches éruptives fraîches ou décomposées).

Quant à la source de Paouignan, elle est sur une hauteur, sans doute au contact du gneiss et du conglomérat ferrugineux. L'abondance de la végétation ne m'a pas permis d'arriver au point où l'eau sort du sol.

J'ai tenu à développer les renseignements recueillis sur toutes les sources du Bas-Dahomey, parce que, dans cette partie de la colonie, les causes de leur formation apparaissent tout d'abord comme très variables. On voit au contraire qu'on se trouve en présence d'un seul type caractérisé par l'existence simultanée d'une dépression brusque (souvent même une sorte d'entonnoir) et d'un niveau de drainage imperméable. En d'autres termes, elles affectent à la fois les caractères de *sources de thalweg* et de *sources d'affleurement*.

Dans le Haut-Dahomey, au contraire, les sources sont exclu-

sivement des sources de thalweg (1). Mais elles ne peuvent exister qu'au pied d'accidents du relief étendus et suffisamment perméables.

Les sources les plus nombreuses et les plus importantes dans le nord sont celles de l'Atacora. A Kouandé, elles s'écoulent au pied des hauteurs sans qu'aucune roche sous-jacente particulière soit venue faciliter leur établissement. Sans doute, des diaclases, des désagréments locaux, des superpositions d'assises continues ont pu déterminer la position exacte d'une source, mais néanmoins on peut affirmer que tout s'est passé comme s'il s'agissait d'un massif homogène moyennement perméable (2).

Sur le versant méridional du massif, les principales sources en dehors de celles de Kouandé sont celles de Birni, de Nioro, de Firou, auxquelles il faut rattacher celle de l'Afon près de Sobrokou (3). Sur le versant septentrional, je ne connais que celle voisine de Pébourgou; par contre dans l'intérieur du massif il en existe un assez grand nombre; mes itinéraires ne m'en ont fait rencontrer que sur la route de Firou à Konkobiri, mais il est certain qu'il s'en trouve beaucoup d'autres.

Entre Konkobiri et Logobou, à deux heures environ du premier de ces deux villages, on traverse une série de hauteurs gréseuses d'une cinquantaine de mètres d'élévation. Au pied de l'une d'elles naît une petite source; il y a tout lieu d'en rapporter l'établissement aux causes indiquées pour l'Atacora.

Il en est de même pour les sources qui apparaissent au pied de la falaise gréseuse du Gourma (Iérina) et qui drainent la partie septentrionale du plateau.

La source de Bembéréké est également de tous points com-

1. C'est également le cas pour les sources d'Adjohon, qui se trouvent au pied de la falaise gréseuse dominant l'Ouémé. Elles sont sensiblement à la hauteur des eaux du fleuve, et par conséquent montrent l'affleurement régulier du niveau hydrostatique.

2. Ce massif n'est perméable que grâce aux fentes nombreuses des roches qui le constituent.

3. Je n'ai point visité celles-ci, mais les renseignements recueillis, joints aux observations que j'ai pu faire, montrent que des sources pérennes se trouvent bien dans la région.

parable à celle de Konkobiri, bien qu'elle soit plus importante. Les hauteurs d'où elle sort ont évidemment une composition minéralogique toute différente, mais leurs caractères physiques extérieurs (dureté, mode d'érosion) sont identiques et autorisent le rapprochement fait ici.

Il existe en outre de nombreux endroits, où, à la faveur de conditions très favorables, il se produit quelques suintements irréguliers. Mais je n'ai pas cru devoir en faire mention au cours de cette énumération déjà longue.

Régime hydrologique.

Sauf dans l'Atacora, je ne crois pas qu'il y ait d'autres sources pérennes que celles mentionnées précédemment. Aussi demeure-t-on surpris de leur petit nombre par rapport à l'impression que donne le réseau hydrographique des territoires parcourus, ainsi qu'il est représenté sur les cartes.

Quelques-unes de ces sources, grâce à des conditions particulièrement favorables, parviennent à donner naissance à une rivière ; mais presque toutes engendrent des ruisseaux qui se perdent après quelques kilomètres de parcours. L'évaporation à la surface du sol ne tarde pas à diminuer très rapidement leur volume déjà très faible, ce qui les rend incapables d'irriguer de vastes espaces.

A la saison des pluies, le débit des sources n'est pas considérablement accru, ce qui montre combien est lente l'infiltration des terrains superficiels. Mais, par contre, les eaux de ruissellement viennent s'accumuler dans les dépressions et donnent ainsi naissance à des rivières tumultueuses et profondes.

C'est là en effet le caractère de tous les cours d'eau du Dahomey. Qu'ils soient alimentés ou non de sources pérennes, leur lit est toujours à sec pendant l'hiver ; mais pendant l'hivernage ils se transforment en rivières torrentielles, et, aussitôt après les dernières pluies, leur niveau baisse avec rapidité et leur cours tarit de nouveau.

Quant aux fleuves, tous (sauf le Niger, auquel la masse des eaux assure une régularité relativement plus grande) ne sont

représentés à la saison sèche que par des biefs plus ou moins profonds que réunissent de minces filets d'eau vive.

En somme, on peut dire qu'au Dahomey le régime hydrologique n'est qu'une des formes du ruissellement, canalisé en partie par la topographie.

Voici d'ailleurs quelques chiffres qui ont pour effet de préciser les variations de régime :

La rivière Ouéna, à 5 kilomètres environ de Dunkassa, n'est indiquée, en saison sèche, que par le lit d'un ruisseau totalement privé d'eau. Lors de mon passage, en septembre 1905, elle avait 50 mètres de large et 2 mètres de profondeur. Sa vitesse était telle que toutes les amarres lancées furent rompues par le courant.

Dans le Gourma, le lit de la rivière Tiounga (30 mètres environ, berges de 4 à 5 mètres de large), celui de la rivière Yanga (2 branches dont l'une a au moins 60 mètres, avec des berges de 4 mètres), sont complètement à sec pendant l'hiver ; ces rivières débordent largement à la saison des pluies. Le Mono, à Athiémé (Pl. XIII, 1) n'est représenté en saison sèche que par un ruisseau de deux à trois mètres de largeur, avec une dizaine de centimètres de profondeur. A la fin de l'hivernage, non seulement il remplit entièrement son lit (largeur 100 mètres, berges 3 à 5 mètres), mais encore il inonde une grande partie des régions qui le bordent.

Il en est de même du Couffo, lequel, à quelques kilomètres de son embouchure, ne parvient plus à repousser, en saison sèche, les eaux que la mer refoule vers l'intérieur ; il n'est alors qu'un ruban d'eau stagnante, de quelques mètres de large (Pl. XIII, 2) mais à la saison des pluies, il s'étend sur plusieurs kilomètres.

J'ai vu l'Ouémé monter d'un mètre en une nuit ; en certains points, il monte, paraît-il, de 10 mètres en quelques jours (1). Quant au Niger, en un mois, son niveau s'élève de 5 mètres environ, et ses eaux couvrent alors en certains points une surface presque double de celle qu'elles occupent en saison sèche.

Le fait est donc général pour toute la colonie. L'influence

1. Drot, *loc. cit.*

directe des précipitations atmosphériques est tellement exclusive que la hausse des rivières se traduit souvent par des sauts brusques coïncidant avec chaque pluie.

Il eût été avantageux de connaître le régime des crues pour les principales artères du Dahomey, mais on comprend que ma vie nomade ne m'a pas permis de recueillir à ce sujet des renseignements satisfaisants, puisqu'il m'eût fallu demeurer en chaque point au moins une année. D'une manière générale, il n'y a qu'une seule crue pour chacune des grandes artères. Dans le sud, le niveau des cours d'eau commence à monter en mai, atteint son maximum en septembre-octobre (après que les pluies ont atteint leur maximum d'intensité sur tout le bassin), et diminue rapidement à partir de novembre. Dans le nord (Gourma) la crue commence en juillet et dure également jusqu'en novembre.

Le Niger, comme on sait, présente deux crues, ce qui tient à son prodigieux développement. La première est celle du Djoliba (1), elle commence en novembre et atteint son maximum en mars. La seconde est celle de l'Issa-Béri (2) : elle débute en juin et atteint son maximum au début de septembre. M. Drot, qui, malheureusement, a publié trop peu des observations qu'il a faites au Dahomey, a traduit par un excellent diagramme (3) les chiffres qu'il a recueillis pendant son séjour à Gaya.

Il serait très utile de posséder des renseignements comparables, au moins pour les principaux cours d'eau de la colonie, dont le régime est fatalement plus capricieux, puisqu'ils ne possèdent pas, comme le Niger, une masse d'eau suffisante régularisant leur débit.

Accidents du cours des rivières.

Il importe d'envisager maintenant les modifications qu'apporte

1. Le nom de Djoliba est celui sous lequel le fleuve est le plus souvent désigné par les populations riveraines du haut fleuve. Il correspond assez bien à la branche montante du Niger.

2. Issa-Béri : grande rivière en langue sonraï ; correspond à la branche descendante au moins jusqu'à Ilo.

3. Drot, *loc. cit.*

à la surface du sol le régime hydrologique décrit. Il ne sera question ici que les plus généralisées d'entre elles.

ACTIONS DESTRUCTRICES

ACTION SUR LES ROCHES MEUBLES

Les roches meubles sont facilement désagrégées par les eaux courantes, dont l'action est considérable pendant l'hivernage (1). Ainsi, au mois d'août, l'Ouémé, dans son cours inférieur, coule avec une vitesse de 5 kilomètres à l'heure. A cette époque de l'année, on voit les berges, élevées seulement d'un mètre en moyenne au-dessus des eaux, s'écrouler avec fracas, entraînant les masses herbeuses dont elles sont recouvertes. Sur les bords du Mono, les grands arbres déracinés par les crues successives finissent par être emportés.

L'action érosive des eaux est encore rendue évidente par ce fait que les rivières ont leurs berges à pic. Cette allure en tranchée est plus nette lorsque les rivières sont étroites. Quand on a affaire à des artères déjà d'une certaine largeur, leur rive concave seule demeure verticale. La hauteur de cette rive, déterminée par le travail d'affouillement du courant, peut atteindre plusieurs mètres au-dessus des basses eaux (Pendjari sur la route de Logobou, 6 à 7 mètres; bas Mono, 5 m.) (Pl. XIII, 1; Pl. XX, 1) (2).

ACTION SUR LES CALCAIRES

Le seul exemple intéressant relatif aux calcaires est celui que j'ai signalé au sujet du gisement de Missinicondji, déjà étudié au point de vue des actions chimiques. Il est évident que les actions mécaniques ont beaucoup contribué à l'affouillement de ce banc

1. On peut observer, conformément à la théorie de J. et B. Brunhes, que les cas de giration inverse, c'est-à-dire en sens contraire des aiguilles d'une montre, sont de beaucoup les plus fréquents au Dahomey qui se trouve dans l'hémisphère nord.

2. La photographie représentant le Mono à Athiémé au mois de mars montre à la fois le lit à peu près desséché de ce fleuve, l'escarpement des berges concaves, et au premier plan, un fromager, dont les racines ont été partiellement mises à nu par les crues précédentes et qui est destiné à être emporté.

calcaire, surtout étant donnée sa position dans le lit du Mono (Pl. X, 1). Cette formation est trop peu étendue pour qu'il y ait lieu d'en tenir compte au point de vue de la topographie.

ACTION SUR LES GRÈS

Suivant la nature de leur ciment et la cohésion des particules qui les constituent, les grès sont désagrégés suivant des modes différents. La route de Logobou à Iérina emprunte, pendant la saison sèche, le lit d'un torrent issu du plateau. La roche, à ciment siliceux, après que ses assises supérieures ont été décollées sous l'action de la chaleur solaire, a été simplement débitée par la violence des eaux en fragments volumineux qui forment un véritable chaos (Pl. VII, 2). Les actions mécaniques étant très peu durables et la roche étant très résistante, la décomposition proprement dite ne se produit qu'avec une lenteur extrême.

Si les actions mécaniques du courant sont permanentes et si la roche possède un ciment argileux, comme cela se produit sur les bords du Niger, les blocs détachés sont peu à peu désagrégés, et la masse gréseuse prend l'aspect d'une falaise abrupte : celle de Gaya possède une cinquantaine de mètres d'élévation.

Cependant, au sud de Kirtachi, où le grès a un ciment plus résistant, le fleuve se trouve encaissé. Mais les couloirs dans lesquels il s'engage successivement ne possèdent pas de dimensions suffisantes pour qu'on puisse leur appliquer l'expression de cañons.

ACTION SUR LES QUARTZITES

Si les grès offrent des obstacles faciles à affouiller par les eaux courantes, il n'en est pas de même des quartzites, dont le ciment est beaucoup plus résistant. Lorsque les roches sont en blocs isolés au milieu du fleuve, comme à Say, les eaux les polissent lentement, sans les désagréger.

Mais l'action des eaux courantes s'exerce également sur de puissantes formations de quartzite. Voici les deux cas que j'ai le plus soigneusement étudiés dans l'Atacora.

Le premier cas est celui de la cluse de Doro. Au voisinage du village de ce nom naît une petite rivière torrentielle, qui suit pendant un certain temps un des chaînons du massif, formé en ce point de gneiss et surtout de quartzites. Puis, brusquement, la direction de la rivière s'infléchit, devient normale au chaînon qui la domine encore d'une trentaine de mètres, et le traverse par une cluse pour reprendre, aussitôt après, la direction primitive, mais sur le versant opposé.

Le mode d'érosion des deux bords de la cluse, présentant des parties abruptes à angles vifs, avec des blocs dissociés suivant des plans de fracture plus faciles, correspond bien au mode d'action des eaux courantes. Cette manière de voir est encore confirmée par le fait que la cluse, accident d'ordre tectonique aux parois originellement verticales (Pl., III, 1) a été notablement plus élargie à sa partie inférieure, ce qui n'est imputable qu'aux eaux courantes.

Le second cas est relatif à la région du W, formée par les derniers chaînons, vers le nord, du massif de l'Atacora. Le Niger s'y engage en décrivant une série de coudes.

Dans les parties où le fleuve longe l'une quelconque des rides du massif, son action érosive est très limitée. Grâce à l'inégalité de structure des quartzites, les eaux ont pu contribuer à la désagrégation des parties inférieures et à l'établissement d'un véritable mur vertical. Il ne semble pas qu'il faille rapporter exclusivement à cette action l'aspect de murs verticaux que présentent les bourrelets de quartzite, parce qu'un tel aspect est très général dans l'Atacora tout entier. La seule part qui revient réellement aux eaux courantes est la disparition complète des éboulis qui seraient sans doute très abondants comme dans le reste de la chaîne, s'ils n'avaient été enlevés au fur et à mesure de leur formation.

Souvent dans la direction où le fleuve coule parallèlement aux rides du massif, il se trouve très encaissé, mais je considère que, dans tous les cas, il n'a fait qu'emprunter des accidents d'ordre tectonique et qu'il ne s'est pas creusé un lit par affouillement de la roche préexistante.

Tout comme la rivière de Doro, le Niger a pu traverser normalement la muraille de quartzite, mais cette fois il a dû utiliser

plusieurs cluses successives puisqu'il avait plusieurs chainons à traverser. Les deux passages les plus caractéristiques sont au sommet des deux branches montantes du W, le premier au lieu dit Gambou (Pl. XII, 2), le second un peu avant Bossia.

Au lieu dit Gambou, le fleuve coule d'abord entre deux murs de quartzites (Fig. 16), puis brusquement il modifie de 80° sa direc-

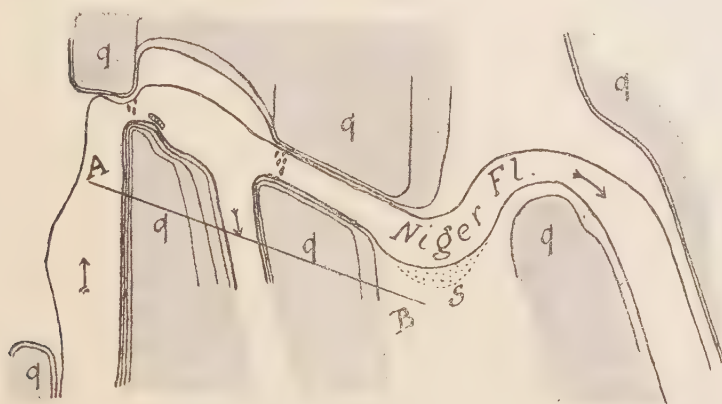


Fig. 16. — Cluses au lieu dit Gambou. Echelle $\frac{1}{50\ 000}$

(L'orientation de ce levé a été omise, celle de la ligne AB est sensiblement Nm — 40° — W).

tion primitive, et s'engage dans une vaste échancrure de la rive droite, qu'il a peu à peu élargie. Aussitôt après avoir franchi cette échancrure, le fleuve est divisé par une île abrupte et les deux bras qu'il forme empruntent chacun deux nouveaux accidents tectoniques. A droite, c'est une gorge que je n'ai point suivie mais qui paraît assez longue ; à gauche, c'est une nouvelle cluse de moins de cent mètres de large, avec quelques centaines de mètres de longueur seulement. A tous ces défilés, l'action des eaux courantes n'est pas négligeable comme l'attestent les blocs débités accumulés au pied des parois verticales.

La cluse avant Bossia n'offre pas la même complication. Le fleuve passe également à travers la muraille qui formait sa rive droite, en modifiant subitement sa direction de 110°. Ici l'action des eaux courantes sur les quartzites est encore rendue très nette par l'inégalité d'érosion des deux bords de la cluse :

celui situé à gauche, du côté des eaux actives, étant beaucoup plus abrupt.

Lorsque des quartzites se présentent dans le lit du fleuve en masses suffisamment puissantes, il y a formation de rapides, comme c'est le cas dans la région du W, par exemple. Ceux-ci ont peu d'importance dans la partie considérée.

ACTION SUR LES GRANITES ET LES GNEISS

Comparés aux quartzites, les granites et les gneiss s'usent beaucoup plus rapidement, ce qui tient évidemment à leur composition minéralogique. Aussi, dans le lit des fleuves, ces roches se présentent-elles toujours dépourvues d'arêtes vives, et certaines d'entre elles, les pegmatites surtout, sont-elles susceptibles d'acquérir un poli remarquable.

Si les granites et les gneiss se comportent de même au point de vue de l'usure de leurs éléments, il n'en est pas moins vrai qu'en raison de leur diversité de structure ces roches affectent une altération superficielle différente. C'est à un point qu'on arrive à différencier, du premier coup d'œil, les divers granites ou les divers gneiss qui tapissent le lit d'un fleuve, malgré la patine uniforme qui les recouvre généralement. Ainsi plusieurs gneiss, qu'un examen macroscopique ne permettrait pas de différencier sur une cassure fraîche, présenteront : les uns une surface lisse et polie, les autres seront rugueux, d'autres encore caverneux (fig. 17).

Les minéraux durs entraînés par les crues accroissent considérablement le travail des eaux. C'est à eux qu'on doit l'usure rapide des blocs qui tapissent le lit des fleuves. Lorsque les barages sont importants, les actions tourbillonnaires participent beaucoup à leur destruction. Les marmites de géants nuisent déjà à la solidité du banc rocheux lorsqu'elles atteignent, comme sur le Mono, au rapide d'Adjarala, 3 et 4 mètres de hauteur (Pl. XI, 1). Mais ce banc rocheux est bien près de disparaître lorsque les marmites deviennent si nombreuses qu'elles communiquent presque toutes les unes avec les autres, leurs parois com-

munes ayant été souvent usées jusqu'à disparaître (Adjarala) (1) (Pl. XI, 2).

Il est évident que les sables sont les outils presque exclusifs du creusement de ces marmites, les galets étant extrêmement rares. Les excavations sont toujours très sensiblement cylindriques avec un fond concave ou horizontal. Le type à fond convexe (Pl. XI, 2) est exceptionnel ; comme il ne se trouve que dans les cavités éventrées et que ce mode d'usure peut être dû à des actions postérieures du creusement, il n'est pas possible de se faire une opinion sur la raison pour laquelle la force centrifuge est dans ce cas si développée.



Fig. 17. — Rapide d'Adjarala.

Les marmites de géants observées, qui ont toujours leurs parois lisses, se développent beaucoup plus facilement aux dépens des granites dont la constitution est homogène qu'aux dépens des gneiss qui se débitent plus irrégulièrement. La photographie de la Pl. XI, 1, prise justement à Adjarala, montre l'allure des marmites, très régulières à la partie supérieure (granite),

1. L'aspect de cette partie du rapide d'Adjarala rappelle beaucoup la description des marmites donnée par J. Brunhes (C. R. A. Sc. CXXXIV, pp. 354-357) pour la cataracte d'Assouan. Au Dahomey, la largeur des marmites n'excède également pas deux mètres.

se modifiant brusquement à partir du niveau où le sous-bassement gneissique commence (1).

L'influence de la diversité de structure des granites et des gneiss apparaît surtout lorsqu'on envisage l'action des eaux courantes sur des masses importantes : la topographie locale peut s'en trouver modifiée.

Lorsqu'il s'agit de granites francs, ils sont usés d'une façon très régulière, de manière à former des dalles d'une pente toujours un peu vive sur laquelle les eaux glissent rapidement.

Par leur inégalité de constitution suivant certaines directions, d'où résulte une inégalité de résistance suivant certains plans, les gneiss constituent des obstacles autrement sérieux.

Ainsi qu'on le verra relativement aux descriptions dans la partie consacrée à la géologie, il n'y a souvent aucun rapport entre l'orientation d'un fleuve en un point considéré et celle des accidents rocheux qui tapissent son lit au même endroit. Comme dans une région déterminée les plans de schistosité des gneiss affectent une direction qui est très constante, le fleuve, s'il est un peu sinueux, fera successivement tous les angles possibles avec cette direction. Dans tous les cas, l'érosion sera très irrégulière. Lorsque la direction des plans de schistosité des gneiss sera parallèle à l'axe du fleuve, celui-ci se bornera à affouiller les parties les plus tendres de la roche ; il se développera un système de cannelures plus ou moins profondes sur lequel le fleuve aux hautes eaux passera sans difficulté. Si au contraire les plans de schistosité des gneiss sont normaux à la direction du fleuve, l'action des eaux sera autrement efficace : les moindres fractures intéressant la roche seront peu à peu agrandies et des bloc énormes seront détachés. Leur accumulation en certains points pourra former un nouvel obstacle parfois aussi puissant que celui constitué déjà par le barrage primitif. Lorsqu'un fleuve franchit de pareils affleu-

1. La chute d'eau qu'on aperçoit sur cette photographie offre cet intérêt d'indiquer avec exactitude le débit du fleuve Mono, à la fin de la saison sèche. Pendant l'hivernage, cette petite cascade, d'environ trente centimètres de largeur, est remplacée par un cours d'eau puissant qui recouvre tous les obstacles et déborde de son lit, large cependant en cet endroit de plus de 100 mètres. Le mot « Adjarala » signifie textuellement « le point où l'eau coule des marmites ».

ALTÉRATIONS SUPERFICIELLES DES ROCHES.



Cliché H. Hubert

Quartzites à Kirtachi.
Au fond, le Niger, traversé partiellement par des affleurements rocheux.



Cliché H. Hubert.

Grès dans le lit du torrent de Logobou (Gourma).

rements rocheux, ses eaux bouillonnent, écumantes, et tourbillonnent avec fracas, en même temps que leur vitesse se trouve multipliée par la pente toujours plus forte. C'est le meilleur type de ce qu'on appelle un rapide.

Au rapide d'Adjarala (fig. 17), dans le Mono, le fleuve rencontre d'abord une série d'obstacles normaux à sa direction, et là son cours est violent. Puis il décrit une courbe qui l'amène peu à peu dans une ligne presque parallèle à l'orientation des gneiss (Pl. X, 2) et aussitôt son courant devient beaucoup moins tumultueux. Ainsi se trouvent successivement réalisées pour un même point les deux conditions envisagées précédemment.

Les plans de schistosité des gneiss, au lieu d'être verticaux, peuvent encore être horizontaux ou obliques. Dans ce dernier cas, les eaux attaquent successivement tous les plans de schistosité, mais les enlèvent inégalement : il en reste toujours une sorte de structure imbriquée très nette (Adjarala). D'autre part, l'obstacle à franchir est particulièrement difficile si les plans de schistosité sont relevés vers l'amont, avec une direction de pendage parallèle à l'axe du fleuve (Oumkémé).



Fig. 18. — Barrages rocheux modifiant le cours de l'Irané.

Tandis que l'orientation des affleurements gneissiques n'a généralement influé que peu sur celle des fleuves dont la masse des eaux est considérable, il n'en est plus de même pour les rivières

de moindre importance comme, par exemple, pour l'Irané, sur la route de Kandi à Zougou.

Cette rivière se heurte à trois barrières gneissiques successives (Fig. 18) dont les plans de schistosité, sensiblement verticaux, sont orientés Nm-30°-E.

La première barrière, de 6 à 8 mètres plus élevée en A qu'en B, offre un puissant obstacle contre lequel l'eau vient briser son élan : elle bute tout d'abord en A, puis est rejetée en B, en glissant successivement sur les strates qu'elle polit : elle se déverse en B par une petite chute, pour tomber dans le bassin inférieur.

La seconde barrière, très basse en D et emportée en son milieu, laisse passer le courant. En C, au contraire, l'obstacle beaucoup plus large, est infranchissable en raison de sa hauteur (5 mètres).

Enfin, la troisième barrière, peu importante, est cependant suffisante pour imposer sa direction à la rivière, dont la vitesse a été fortement diminuée.

Si le seuil rocheux se trouve dans des conditions topographiques particulières, il peut se former une cascade. En dehors de celle du Mono à Adjarala (Pl. XI, 1), la seule que j'aie rencontrée, sans importance d'ailleurs, est sur le chemin de Sekéré à Niarou, à trois kilomètres environ de ce dernier village (Fig. 19). Le seuil

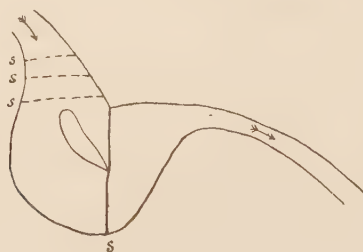


Fig 19. — Plan de la chute à proximité de Niarou. s,s,s, barrages rocheux.

rocheux qui la détermine est vraisemblablement un gneiss (recouvert de conglomérat ferrugineux) se terminant brusquement suivant une direction rectiligne. La masse principale des eaux, après avoir franchi plusieurs barrages rocheux, passe entre la rive droite et un petit îlot formé surtout d'alluvions. Puis, après avoir

formé une courbe assez profonde, elle se précipite par une cascade de 3 mètres : le dernier seuil rocheux cessant brusquement. Après quoi elle décrit une nouvelle courbe qui la ramène à sa direction primitive.

ACTION SUR LES ROCHES ÉRUPTIVES BASIQUES

Les roches éruptives basiques se comportent d'une façon légèrement différente. En général, elles se décomposent plus vite que les roches acides, sans doute à cause de la plus grande richesse de leurs éléments en chaux et en fer. Celles qui se trouvent dans le Niger, à Boubon notamment, ont été désagrégées en boules ne dépassant pas 50 cm. de diamètre. Ces roches n'offrent en ce point un obstacle réellement sérieux qu'en raison de l'étendue de leur affleurement qui occupe le lit du fleuve pendant environ 1.500 mètres (Pl. XII, 2). Le rapide de Boubon est aisé à franchir pendant les crues.

Les accidents du cours des rivières n'ont pas été groupés dans un ordre méthodique, mais ils ont été décrits en tenant compte de la nature des roches sous-jacentes. Cela peut ne pas paraître rationnel. Il est évident qu'il peut se produire des marmites de géants dans des quartzites et se former des rapides aux dépens des grès, mais je crois que dans les régions parcourues il y a très souvent un rapport immédiat entre le type des accidents considérés et la nature des roches aux dépens desquelles ils sont formés.

Dans le lit des fleuves, nous avons en effet deux éléments en présence : une force, l'eau courante, et une matière passive, la roche sous-jacente. La force agit suivant un certain nombre de lois bien établies et qui ne changent pas. La matière au contraire, est essentiellement variable, mais suivant des types rigoureusement définis et dont chacun présente :

Une allure tectonique originale ;

Une constitution et des caractères physiques particuliers ;

Une évolution spéciale dans le modelé.

Par conséquent le travail effectué, c'est-à-dire l'érosion, ne peut varier qu'avec le facteur matière, puisque la force ne change pas. Et c'est la raison qui justifie l'ordre suivi dans ce paragraphe.

Comme on l'a vu, j'ai suivi une règle identique à propos de l'érosion subaérienne. Il semble qu'il y ait en effet intérêt à généraliser cette méthode, lorsqu'il s'agit d'étudier, voire même de classer les accidents naturels, surtout dans un même pays.

TRAVAIL D'ÉDIFICATION

Si l'action érosive est considérable au Dahomey, le travail d'édification n'est pas négligeable en raison de la vitesse du courant pendant les crues. Les dépôts qui se font sont de trois ordres :

- 1° Dépôts chimiques ;
- 2° Dépôts d'éléments meubles ;
- 3° Dépôts d'éléments figurés.

DÉPÔTS CHIMIQUES

J'ai eu l'occasion d'en parler précédemment. Ce sont ou des dépôts d'hydrate de fer recouvrant les roches qui se trouvent dans les fleuves (Niger et Mono surtout), ou des concrétions calcaires, formés aux dépens du carbonate de chaux provenant d'un banc voisin (Mono à Missiniconджи).

On ne trouve pas, dans les eaux courantes, de dépôt de manganèse, cela peut tenir à la petite quantité de ce métal, alors masqué par le fer.

DÉPÔTS D'ÉLÉMENTS MEUBLES

Ces dépôts prennent une importance notable dans le cours inférieur des rivières à cause de la diminution de la pente.

a) Sables.

Les sables, formés de particules dont le volume est déjà notable, se déposent les premiers. Ils constituent avant tout des appareils de plusieurs mètres de hauteur qui s'accolent contre les rives convexes, de sorte que celles-ci s'avancent progressivement (bas Mono).

Dans le lit même des cours d'eau, il se forme aussi des bancs de sable qui peuvent également atteindre de plusieurs mètres

(Mono en amont d'Ahofo) soit à cause d'une modification de pente du fond, soit à la faveur d'un accident rocheux qui, ayant offert une résistance notable au courant, peut être prolongé par une flèche de sable (Niger à Boubon).

Ces travaux d'édification sont généralement limités au lit des fleuves ou à leur voisinage immédiat.

b) Argiles.

Alluvionnement. — Il n'en est pas de même des argiles qui, en raison de leur réduction en petites particules, sont entraînées par chaque crue et se déposent au loin. Le lit du bas Mono et celui du bas Ouémé notamment, ont été frayés au milieu des alluvions plus ou moins anciennes, aujourd'hui fixées. Il en sera de nouveau question plus loin.

Surélévation des rives. — En plusieurs régions, ces dépôts argileux ont amené une surélévation des rives. Le meilleur exemple rencontré est celui du Zou, sur la route d'Abomey à Zagnanado. En ce point, la rivière, qui aux basses eaux possède une trentaine de mètres de large, déborde sur un kilomètre pendant les crues. Sur toute cette étendue, le sol, dont le sous-bassement est granitique, est recouvert d'une couche puissante d'un limon argileux noirâtre. Les rives édifiées par les apports successifs dominant de quelques mètres de lit du Zou, puis elles s'inclinent doucement vers l'intérieur des terres formant ainsi deux lignes de bas-fonds parallèles dont la plus basse altitude est à une distance d'environ 500 mètres de part et d'autre de la rivière. Ces bas-fonds, qui ne peuvent jamais s'assécher, sont encore, à la fin de la saison sèche, des marécages tapissés d'une argile collante où l'on enfonce profondément et qui dégagent une odeur nauséabonde.

Delta. — De tous les travaux d'édification, les plus importants, de beaucoup, sont ceux qui sont relatifs à la formation des deltas. Le seul qu'on rencontre dans la colonie est celui de l'Ouémé, dont le sommet est à 45 kil. environ de la côte, près de Dogba. La branche orientale a conservé le nom d'Ouémé, tandis que la branche occidentale est désignée sous le nom de

Sô. La réunion de l'Ouémé et du Sô est favorisée par la présence d'une zone de basse altitude à la hauteur de Dogba, marquant l'extrémité septentrionale d'un golfe marin qui existait antérieurement. L'embouchure du Rhan était alors distincte de celle de l'Ouémé ; mais au fur et à mesure du colmatage du golfe par les alluvions de l'Ouémé et du Rhan, ces deux rivières n'ont pas tardé à communiquer. Ainsi l'Ouémé venait former deux branches : la première, à l'est, longeant l'ancien rivage oriental du golfe ; la seconde (grossie désormais du Rhan) constituant le Sô ; et ces deux branches s'allongeaient continuellement à mesure que le dépôt des alluvions venait augmenter la superficie et la longueur du delta. Le phénomène se poursuit de nos jours, mais l'Ouémé, plus puissant, s'avance plus vite vers le sud (jusqu'au chenal désigné sous le nom de Toché), tandis que le Sô détermine seulement une pointe dans le lac Nokoué.

Aujourd'hui une partie des alluvions est fixée par la végétation, mais tout le delta demeure une région basse entièrement submergée aux crues. Néanmoins il y a deux zones à distinguer : celle du nord qui subit des modifications très lentes ; celle du sud, le bas delta, en voie de transformation incessante.

Dans la zone septentrionale, les alluvions, plus abondantes, sont plus anciennes et en parties fixées ; elles s'élèvent sensiblement plus au-dessus des basses eaux, et ne sont recouvertes par l'inondation que pendant une période assez courte. A Kyé-sounou, localité il est vrai privilégiée, les cases sont entourées de claies, ce qui indique que le sol n'est pas inondé ; à Gangban, les pilotis sont peu élevés. Enfin, en certains points, on aperçoit à une très grande distance des lambeaux de terrain légèrement en relief et recouverts d'une végétation ligneuse assez puissante.

Le bas delta, qui commence en aval d'Affabodji, est caractérisé par les divagations du fleuve entourant des îles assez vastes. Celles-ci, formées d'alluvions plus ou moins stables, sont très basses (0 m. 50 au maximum au-dessus des eaux du lit mineur) ; leurs rives sont notablement surélevées par rapport à leur centre, occupé par une dépression qu'on apprécie très bien d'un peu loin. Cette zone est inondée pendant une très grande partie de l'année

et les habitations qui s'y trouvent sont construites sur pilotis atteignant 2 mètres de hauteur.

Sauf dans l'île la plus septentrionale où l'on trouve un petit taillis de dicotylédones, la végétation est exclusivement herbacée dans cette zone. Bien des points demeurent inondés en pleine saison sèche, et il s'y développe une végétation aquatique (nénuphars, papyrus, etc.).

Dans le bas delta, le fleuve forme de nombreuses rigoles normales à sa direction ; pour cette raison, et par suite de sa division en plusieurs bras, la branche principale diminue de largeur et de profondeur à mesure qu'on se rapproche de la lagune où elle se jette.

Dès qu'on a dépassé la première île, les rives sont marécageuses, les alluvions de plus en plus surbaissées ; et avant d'arriver au Toché, la terre ferme a disparu, si bien qu'on ne peut établir l'endroit où elle est remplacée par la vase.

En raison de l'apport des matériaux de l'amont, on assiste à un comblement rapide du lit du fleuve. La branche la plus septentrionale, qui était autrefois navigable, est en certains endroits sans profondeur à la saison sèche. Il est fort possible qu'elle devienne un bras mort, l'écoulement se faisant uniquement par la branche centrale, la plus rectiligne. Toute cette partie du delta sera longtemps encore l'objet de remaniements incessants.

Colmatage des lagunes. — C'est au sujet des travaux d'édification des eaux courantes qu'il convient de parler du colmatage des lagunes. Lorsque celles-ci sont sans profondeur et qu'aucun courant important ne les parcourt, les limons les plus ténus s'y déposent facilement.

Ils forment de préférence des pointes effilées qui prolongent la terre ferme de part et d'autre du fleuve. Souvent aussi ils s'accumulent en profondeur, et, comme leur niveau supérieur s'élève peu à peu, dès qu'il devient assez voisin de la surface de l'eau, la végétation aquatique s'en empare par endroits, et il se crée ainsi de minuscules îlots verdoyants contre lesquels de nouvelles alluvions viennent s'accoler rapidement.

Ces îlots, dont la surface se développe peu à peu, se réunissent et se fixent sur les emplacements autrefois occupés par les

eaux. Des faits analogues à ceux qui viennent d'être précédemment indiqués s'observent à l'embouchure du Sô, qui s'envase de plus en plus, au fond du lac Nokoué.

Le travail de comblement du système lagunaire est donc très rapide, et de ce fait la navigation serait impossible pour les bateaux calant 0 m. 80, si l'on n'avait soin d'entretenir un chenal par des dragages répétés.

Un seul phénomène amène cependant un certain déplacement des vases amenées par les fleuves, mais il n'a pas de rapports immédiats avec l'activité de ceux-ci : il en sera question au sujet des lagunes.

DÉPÔTS D'ÉLÉMENTS FIGURÉS

Il faut faire une place à part pour les dépôts de galets, parce qu'ils correspondent à une activité particulière des eaux courantes. Au Dahomey, les galets roulés — de la grosseur moyenne d'un œuf — sont très abondants, mais leur dépôt est généralement ancien. On en rencontre encore cependant dans le Mono et dans le Niger, mais ils ne subissent plus maintenant qu'un transport inappréciable. Ils sont tous exclusivement quartzeux. La dureté et la nature chimique du quartz expliquent que ce minéral puisse seul se retrouver, en éléments roulés d'un volume notable au milieu du lit des fleuves.

Marais.

Tous les marais rencontrés étant dus indirectement à l'activité des eaux courantes, il convient d'en dire quelques mots à cette place. On peut distinguer trois types différents.

Dans le premier type, un cours d'eau déborde largement, et lorsqu'il rentre dans son lit, il laisse subsister de vastes marécages qui le bordent. C'est ce qui se produit notamment le long du Niger où les marais peuvent s'étendre jusqu'à 4 kilomètres du lit mineur (Pékinga). Ils sont recouverts uniquement de monocotylédones.

Dans le second type, le cours d'eau inonde de vastes plaines basses bordant ses rives et les transforme en marais pendant une partie de l'année. Le Gourma est le pays de prédilection de ces

régions marécageuses qui y occupent plusieurs milliers de kilomètres carrés.

Ce second type diffère du premier par le fait que ce n'est pas tant à l'importance du débit des rivières qu'au défaut de relief du pays qu'il faut attribuer une telle extension de l'inondation. La végétation qu'on y rencontre n'est pas sensiblement différente de celle des parties voisines, mieux protégées.

Le troisième type est celui de la Lama. Ici l'apport des cours d'eau n'est pas non plus extrêmement considérable, mais on se trouve en présence d'un véritable fossé, d'une largeur moyenne de 15 kilomètres, dont les bords ont un relief très accentué, et qui ne peut se vider qu'avec une extrême lenteur. Cette région, qui s'étend sur près de 100 kilomètres depuis le pays des Hollis jusqu'au lac Toho, est inondée pendant plusieurs mois de l'année. Son relief est assez inégal, de sorte qu'une partie des eaux est canalisée de façon à marquer de petites rivières à certaines époques de l'année. La végétation y est normalement très puissante. Cette région est partiellement habitée.

Quant aux marigots proprement dits, le défaut d'écoulement de leurs eaux est dû à l'insuffisance de la pente.

Evolution du réseau hydrographique de chacun des trois grands bassins.

Pour en terminer avec les questions relatives aux eaux courantes, il nous reste à exposer l'évolution du réseau hydrographique de chacun des trois grands bassins dans les régions parcourues. Il y a là un grand nombre de questions extrêmement attachantes, que je n'ai pu résoudre, soit à cause du manque de temps, soit en raison de l'impossibilité matérielle de m'enfoncer très loin en dehors des routes parcourues ; soit enfin à cause du manque de certitude, pour le détail, de certaines cartes topographiques consultées.

Il sera question ici des parties suivantes :

- a) Bassins de l'Ouémé, du Mono et du Couffo ;
- b) Bassin du Niger, entre Sansan-Haoussa et Ilo ;

c) Bassin de la rivière Yanga — ou Oti — (tributaire de la Volta Blanche), en amont de Sansanné-Mango.

Un rapide coup d'œil sur la carte montre l'allure bien différente de ces trois bassins.

Celui de l'Ouémé (et fleuves côtiers) est caractérisé par la direction rigoureusement nord-sud du fleuve, *et de tous ses affluents*.

Celui du Niger est caractérisé par l'allure rectiligne du fleuve N. N. W.-S. S. E, tandis que tous ses affluents ont une direction perpendiculaire.

Celui de la rivière Yanga est caractérisé par la direction N. N. E.-S. S. W. de la rivière, avec tous ses affluents épanouis dans le Gourma comme les branches d'un éventail.

Je me bornerai à envisager les influences tectoniques sur le tracé des artères de chacun de ces trois bassins, et à dire quelques mots sur le stade d'évolution auquel est parvenu leur réseau.

L'allure des plissements anciens (presque tous parallèles) (1) a déterminé la direction de la plupart des cours d'eau rencontrés, sauf du plus important de tous, le Niger, et de quelques affluents de la rivière Yanga.

1° BASSINS CÔTIERS

Les fleuves côtiers ont leur cours divisé en deux tronçons : le premier comprenant presque tout le cours supérieur et moyen du fleuve, le second son cours inférieur. Le premier tronçon se déroule au milieu de terrains cristallins, le second au milieu de terrains sédimentaires (2). La ligne de démarcation est indiquée par la dépression de la Lama et par les formations géologiques qui la continuent dans l'ouest de la colonie.

Tronçon supérieur. — Les accidents tectoniques des terrains cristallins, orientés N.-S. au sud du 10^e parallèle, ont déterminé la direction générale des fleuves côtiers et de leurs principaux accidents dans le tronçon supérieur.

1. Une seule exception peut être faite pour la région de Dignidirou.

2. Le Niger et la Volta ne font pas exception à cette règle dans la région comprise entre le 12^e parallèle et la mer, mais je n'ai pas à m'en occuper ici, puisque je ne connais pas leur cours autrement que par des relations et des illustrations.

A mesure qu'évolue le réseau ainsi constitué, l'érosion transformait la région granito-gneissique, probablement accidentée à l'origine, en une vaste pénéplaine où les fleuves côtiers donnaient vraisemblablement des signes de maturité avancée.

Si l'on admet, ce qui paraît normal, que depuis la période éocène la plateforme granito-gneissique n'a pas subi de déplacements verticaux, on voit que depuis lors le niveau de base des fleuves côtiers s'est déplacé vers le sud de 40 à 80 kil., et qu'il s'est abaissé d'au moins 40 mètres. Une telle modification a contribué au rajeunissement de tout le réseau. L'influence de cet abaissement est encore aujourd'hui très manifeste, puisque dans la partie méridionale de la région des schistes cristallins, les rivières côtières ont à franchir des accidents importants, ce qui, au premier abord, apparaît en opposition avec le stade avancé de dénudation des régions considérées.

Un caractère qui exagère l'allure de jeunesse de tous ces cours d'eau est que le profil longitudinal de leur vallée n'est pas une courbe concave. L'Ouémé par exemple, qui certainement a une pente très inférieure à celle de ses principaux affluents, est à une altitude de 450 mètres à son passage à Tannéka (30 kilomètres de sa source environ) ; à Dadjo (200 kilomètres de Tannéka), il est encore à 200 mètres ; après Ouéméto (200 kil. de Dadjo), où il quitte définitivement la région cristalline, il a encore une trentaine de mètres d'altitude. Cela ferait une pente voisine de 1/1000 pour le tronçon Tannéka-Dadjo, et une pente supérieure pour le tronçon Dadjo-Ouéméto. A vrai dire les indications de pente obtenues d'après les chiffres indiqués plus haut ne sont pas rigoureuses, mais on est obligé de s'en contenter, les altitudes précédentes étant à peu près les seules certaines. En réalité la pente moyenne est voisine de 1/1000 de Tannéka vers Savé, après quoi elle augmente encore : l'abaissement du niveau de base, qui détermine la marche régressive de l'érosion dans la plateforme cristalline, amenant un affouillement d'autant plus sensible qu'on se rapproche davantage vers le sud.

Ainsi le profil des fleuves côtiers est fort éloigné de leur profil d'équilibre : la pente demeure partout très forte ; *elle est rectiligne dans la plus grande partie de la région granito-gneissique*

et devient convexe (rapides, barrages, chutes) au voisinage de la région sédimentaire (Fig. 20).

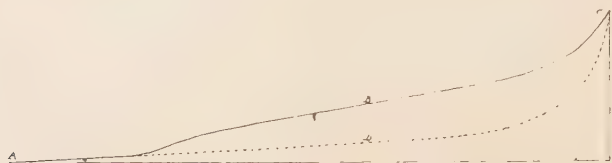


Fig. 20 — Profil théorique des rivières au Dahomey.

ABC profil actuel.

ADC profil d'équilibre.

Un autre fait, également caractéristique, est que presque tous les cours d'eau côtiers prennent naissance en dehors des régions accidentées. Sauf ceux qui sont issus de l'Atacora, ils proviennent presque tous de ruisseaux qui, dès leur origine ont déjà la pente qu'ils conserveront pendant des centaines de kilomètres, et on ne les voit pas s'échapper d'une région d'altitude supérieure et venir amortir leur vitesse dans une vallée plus large où leur pente serait considérablement amoindrie.

Les tributaires du Niger sont également presque tous identiques sous ce rapport ; ils naissent d'ailleurs dans la même région et sont parfois enchevêtrés en quelque sorte avec ceux de l'Ouémé. Le quadrilatère Bérubouay, Yarra, Sikki, Saoré, nœud hydrographique important, est une région granitique surélevée et parsemée d'accidents. Mais dans le détail, on constate que très rarement les accidents coïncident avec l'origine des cours d'eau. Au voisinage de Kogabo, par exemple, où les rivières sont nombreuses, on en rencontre coulant dans des directions très différentes. Elles ne sont issues d'aucune hauteur importante et se trouvent refoulées par des ondulations inappréciables qui leur impriment souvent une direction définitive, soit vers le sud, soit vers le nord.

On a déjà vu, à propos du ruissellement, l'existence de cours d'eau appartenant à des bassins différents et issus d'une même région marécageuse surélevée. Dans ce cas, la ligne de partage n'est pas figurée sur le terrain et les deux bassins communiquent en quelque sorte. J'insiste sur ce fait : la ligne de partage des eaux, étant exclusivement déterminée par le ruissel-

lement, n'a aucun rapport avec les accidents du relief; dans chaque bassin, le développement du réseau s'est poursuivi à partir du niveau de base dans deux directions opposées, et comme aucun accident notable du relief ne se présentait normalement à la direction de propagation, tous les cours d'eau d'un même réseau ont marché avec une vitesse égale, de sorte que la ligne de partage de chaque bassin se trouve fatalement être une ligne droite normale à la direction générale des affluents, et par suite normale aux plissements.

Puisque c'est au ruissellement qu'est due l'origine de la plupart des cours d'eau, il est évident que dans certaines parties au moins on doit assister à une marche régressive des rivières. Mais pour le moment il est difficile de préciser ce phénomène, qui existe sans aucun doute. Il est donc naturel de prévoir que si elles n'ont pas encore eu lieu, des décapitations de rivières se produiront. Il est vraisemblable qu'elles se feront en faveur du bassin de l'Ouémé, où les actions érosives par le ruissellement sont plus actives. Cela résulte :

1° De ce que les pluies durent plus longtemps dans le bassin de l'Ouémé ;

2° De ce qu'elles progressent du sud vers le nord. Par conséquent leur influence se fait sentir du niveau de base à l'origine pour tous les cours d'eau du bassin de l'Ouémé, tandis qu'au contraire elle se fait sentir de l'origine au niveau de base pour la partie dahoméenne du bassin du Niger.

Les terrains cristallins sur lesquels se déroule le tronçon supérieur des cours d'eau côtiers subissent un affouillement irrégulier. Il en résulte la formation de barrages contre lesquels les eaux accumulent leurs efforts. Certains de ces barrages sont puissants (Zou notamment) ; à la saison sèche, ils retiennent une partie des eaux en de petites cuvettes peu profondes. Mais le lit est à sec partout ailleurs, à tel point qu'on n'y trouve souvent pas d'eau en creusant à une profondeur d'une cinquantaine de centimètres.

Tronçon inférieur. — Le tronçon inférieur des fleuves côtiers présente un contraste très net avec le tronçon supérieur. Ici les fleuves offrent certains caractères de maturité évidents, ce qui

tient beaucoup à la constitution géologique de la région qu'ils traversent. Grâce à l'exagération de leur débit pendant une partie de l'année, ils continuent bien, il est vrai, à affouiller leur lit et à détruire leurs berges, constitués de matériaux meubles, mais leur vallée offre déjà un tracé plus net ; elle présente en outre de nombreuses sinuosités (Mono) qui sont les indices d'un état plus voisin de l'équilibre.

Par suite de l'amortissement de la vitesse, les éléments entraînés se déposent peu à peu, ensablant les embouchures qu'aucun courant ne vient débayer et qui ont une tendance à se transformer en deltas. La communication de l'Ouémé et du Rhan, ainsi que les espaces lacustres de cette région, les divagations des branches de l'Ouémé dans son delta, l'ensablement rapide et la disparition de certaines de ses branches sont pour le moins des signes de maturité.

2° BASSIN DU NIGER

Tel que nous le connaissons aujourd'hui, c'est-à-dire tel que nous le montrent quelques cartes très récentes, le bassin du Niger, dans le tronçon considéré, offre un excellent type de réseau orthogonal (1).

Les influences tectoniques les plus nettes sont celles qui se traduisent aujourd'hui encore par l'existence de l'Atacora et des massifs cristallins parallèles (chaîne de Bouay). Ces accidents, qui prolongent (avec une orientation légèrement différente) ceux du bassin de l'Ouémé, ont déterminé la direction de tous les affluents du Niger, bien au delà même des limites des pays visités. C'est à eux que sont dus également les coudes du Niger de la région du W et la plupart des rapides (Boubon, Kirtachi, Kompa, etc). (2).

1. Je ne considère ici que les affluents de la rive droite : les dallols peuvent échapper à cette considération, mais n'oublions pas que leur régime est très spécial et que leur cours se déroule dans des régions désertiques nettement différentes de celles traversées.

2. C'est dans ce sens que j'avais autrefois formulé des hypothèses avant d'avoir pu visiter ces régions. La seule restriction qui soit à faire est que les accidents ayant eu une influence sur l'évolution du réseau sont surtout d'ordre tectonique et non pas, comme je le pensais tout d'abord, principalement d'ordre topographique.

Tandis que les affluents du Niger ne semblent pas avoir subi de modifications de direction appréciables depuis l'établissement des plissements anciens, il n'en est pas de même pour le fleuve. Déjà la constitution des quartzites dans la région du W, où les dépôts torrentiels et les galets roulés sont nettement discernables, montrent qu'une artère très puissante existait en certains points de la vallée actuelle du Niger, avant même l'individualisation de l'Atacora.

Mais c'est seulement à une époque très postérieure que le Niger a adopté l'allure que nous lui connaissons aujourd'hui. La présence de la mer tertiaire en aval de Tosaye (1), celle de la mer pléistocène à Tombouctou (2) montrent surabondamment que dans son ensemble le fleuve ne forme une artère continue du Fouta-Djalou au cap Formose que depuis la période contemporaine.

En ce qui concerne sa branche descendante, qui nous occupe seule, elle s'est établie après le dépôt des grès argileux, beaucoup plus récents (3) que les formations affectées de plissements (schistes cristallins, quartzites). Le fleuve s'est creusé rapidement une vallée au milieu de ces grès ; il les a entamés profondément, et, comme il n'a rencontré aucune résistance appréciable, il a pu adopter d'autant mieux la direction rectiligne qui lui convenait le mieux. Ainsi s'explique, contrairement à ce qui se passe pour toutes les artères du Dahomey, que cette direction n'ait aucun rapport avec celle des plissements.

Plus tard enfin, sa vallée était définitivement établie lorsqu'il a atteint le sous-bassement de roches cristallines (éruptives ou métamorphiques), *de direction normale à la sienne*. Alors trois cas se sont produits. Ou bien les roches anciennes étaient entièrement décomposées, et elles se sont laissées affouiller comme les grès argileux ; — ou bien elles ont subi des actions érosives nota-

1. A. de Lapparent. *Sur l'extension des mers crétacées au Soudan* in Comp. Rend. Ac. Sc. CXXX, pp. 349-350. Paris, 1904.

2. A. Chevalier. *Sur l'existence probable d'une mer récente dans la région de Tombouctou*, in Comp. Rend. Ac. Sc. CXXXII, pp. 926-928. Paris, 1901.

3. Certains sont d'âge tertiaire, sinon postérieurs.

bles, mais moins intenses que les roches voisines et elles ont constitué des obstacles peu puissants que le fleuve a réussi à franchir (rapides); — ou bien elles n'ont subi que des actions érosives faibles (quartzites) et ont formé ainsi d'importants barrages déterminant des déviations brusques du cours du fleuve (région du W). Cependant, même dans ce dernier cas, les déviations étaient très limitées, parce que le fleuve avait déjà acquis sa direction et sa pente générales et qu'il a profité de tous les accidents topographiques et tectoniques pour ne pas s'en écarter.

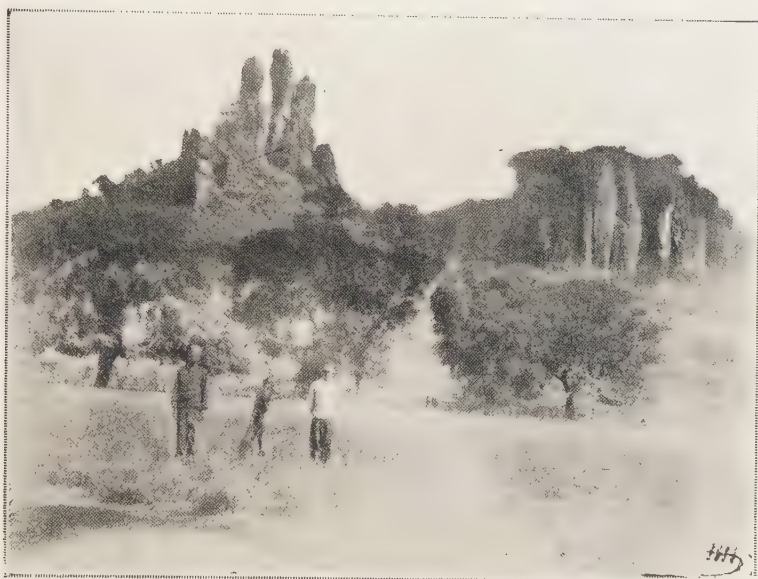
Les remarques faites relativement au cours supérieur de l'Ouémé et de ses affluents subsistent totalement pour les affluents du Niger, au moins pour ceux qui sont au sud de l'Atacora. Notons en passant qu'une partie infime du bassin draine ce massif accidenté, puisque la Meckrou seule en provient. C'est d'ailleurs la seule rivière qui soit alimentée par des sources véritables et qui ait un profil très nettement concave.

Les affluents situés au nord de l'Atacora ont été moins affectés par les accidents tectoniques du sous-bassement cristallin, et certains d'entre eux, la Tapoa surtout, paraissent avoir sous ce rapport un cours supérieur assez indépendant. Aucun de ces affluents ne prend naissance dans une région accidentée, et là encore les moindres plis du terrain suffisent pour leur imprimer une direction définitive. Du reste, il ne faut pas se dissimuler que les sources qu'on a indiquées jusqu'à présent sont douteuses, car la plus grande partie du cours des rivières est à relever.

Tous les affluents donnent des signes de jeunesse manifestes : le Niger lui-même avec ses rapides, sa succession de biefs, l'importance de ses actions érosives fournit une impression analogue. Cependant son lit est aujourd'hui parfaitement stable, et il présente même des méandres, des îles qui en font, dans la région de Gaya, un bief où la maturité est acquise.

3° BASSIN DE LA VOLTA

La rivière Yanga draine l'Yanga d'où elle vient, et, par l'intermédiaire de ses affluents, le Gourma méridional et la presque totalité de l'Atacora français.



GRÈS RUINIFORMES A TAMBARGA (Gourma).
Cliché H. Hubert.



BUTTE DE CONGLOMÉRAT FERRUGINEUX, en forme de trapèze, à Djougou.
Cliché H. Hubert.

Les seules influences tectoniques notables sont les plissements de l'Atacora qui déterminent le cours de la Pendjari supérieure et celui de la rivière Yanga après son entrée en pays allemand.

De toutes ces rivières, la plus importante pour nous est la Pendjari. C'est, pendant plus de 60 kilomètres, un cours d'eau de montagne ayant pris naissance dans les hautes parties de l'Atacora et qui est alimenté par de véritables sources. A Bantchango, il tombe brusquement du versant occidental du massif, puis après avoir repris sa route dans sa direction primitive, comme s'il allait, lui aussi, se jeter dans le Niger, il décrit dans la plaine au nord de Konkobiri une courbe que le modelé du terrain ne ferait pas supposer. A partir de ce point, il a une orientation fort voisine de celle qu'il avait originellement, mais avec une direction contraire qui lui est imposée par la présence de la haute falaise gréseuse du Gourma. Comme la Meckrou, la Pendjari a un profil concave.

Elle reçoit une série de tributaires :

- 1° De l'Atacora ;
- 2° De la région de Sansarga-Bizougou (assez accidentée) ;
- 3° De la région Bizougou-Namoungou, (totalement dépourvue de relief).

En maints endroits, ses tributaires sont très voisins de ceux de la Meckrou, de la Tapoa ou du Goroubi. Un certain nombre sont issus de régions marécageuses, il est donc aisé de concevoir combien, là encore, le bassin du Niger est peu distinct de celui de la Pendjari, c'est-à-dire de celui de la Volta. Je ne serais pas étonné qu'on puisse, par la suite, mettre en évidence certains phénomènes de capture se produisant au profit du bassin de la Volta, et cela, pour des raisons analogues à celles indiquées au sujet du bassin de l'Ouémé.

Deux exemples précis permettent d'indiquer dès maintenant les progrès des affluents de la Pendjari vers le nord. Le torrent de Logobou, dont il a été question d'autre part, provient du plateau gréseux du Gourma, lequel plonge régulièrement vers le sud et se termine au nord par une paroi verticale. Dans sa marche régressive, le torrent a entaillé presque entièrement le plateau, si bien qu'il ne se trouve plus maintenant qu'à quelques kilomètres

d'Yobiri, tout près du versant nord. Quant à l'Indéré, il a réussi à entamer complètement le plateau gréseux à la hauteur de Compongou, après quoi il a poursuivi sa marche régressive vers le nord et s'est mis à drainer, au delà du plateau, des espaces considérables. C'est le fait le plus typique et le plus net de la marche érosive d'un cours d'eau.

Enfin la rivière Tiounga elle-même a eu une évolution analogue mais plus avancée : elle marque la bordure transversale du plateau qu'elle a précédemment traversé.

Le phénomène est donc très général dans la région, il donne une certaine valeur à l'hypothèse du développement du bassin de la Volta au détriment de celui du Niger.

Les cours d'eau du bassin de la Volta sont tous, sauf la Pendjari, rigoureusement à sec pendant une partie de l'année. A l'hivernage, la Pendjari et ses tributaires débordent sur des espaces très vastes, transformant la plus grande partie de son bassin en marécages inaccessibles.

Tous ces cours d'eau, très mal connus, et pas étudiés, donnent comme dans les autres bassins des signes de jeunesse évidents. Il est bon de remarquer d'ailleurs qu'ils appartiennent au cours supérieur de la Volta.

Un caractère qui vient accroître l'impression de jeunesse de tous les cours d'eau du Dahomey est leur régime torrentiel, dû à la localisation des pluies en une seule saison et à l'imperméabilité du sol.

INFLUENCE DES ACCIDENTS DU RELIEF

Pour tout ce qui vient d'être dit précédemment, il convient d'établir une différence très nette entre l'influence des accidents tectoniques et celle des accidents du relief.

Les actions tectoniques sont des mouvements de l'écorce terrestre, généralement tangentiels, qui se traduisent, au moins superficiellement, par des plissements ou des fractures. Ils affectent au Dahomey une continuité remarquable et coïncident toujours en direction avec les grandes artères (sauf le Niger). Les accidents du relief sont fonction de la direction des plissements, de la constitution pétrographique, et de l'action des agents exté-

rieurs. Au Dahomey, ils coïncident souvent en direction avec les plissements, mais ils ne sont pas continus. De plus, ils sont susceptibles de subir, dans une période géologique relativement courte, les plus grandes modifications. Leur influence, pour un pays comme le Dahomey, peut donc ne pas porter sur un bassin tout entier, mais être très localisée.

Afin d'éviter les redites, je montrerai combien est médiocre, dans toute la colonie, l'influence du relief sur la direction des rivières.

a) Lignes de partage des bassins. — On a vu que les lignes de partage du Niger et de l'Ouémé d'une part, du Niger et de la Volta d'autre part, ne correspondaient à aucune ligne de faite.

Par contre, l'Ouémé et la Volta sont séparés par l'Atacora. Mais ce massif semble être un obstacle plus grand entre la Mekrou et la Tapoa (affluents du Niger) qu'entre la Volta et l'Ouémé, car les tributaires de ces deux fleuves naissent l'un et l'autre au centre de la région montagneuse, souvent en des points qu'aucune ligne de relief ne sépare plus.

b) Lignes de partage secondaires. — Les cours d'eau étant alimentés par le ruissellement, il n'y a pas de raison pour que les lignes de hauteur, généralement discontinues, soient des lignes de partage. Il est évident qu'entre deux dômes, rien ne fait obstacle à la marche régressive d'une rivière torrentielle, et comme ces dômes sont généralement imperméables et dénudés, les eaux qu'ils reçoivent ne sont jamais canalisées. Il n'y a du reste pas de raison pour qu'il s'établisse en un point spécial un thalweg puissant, puisque les eaux qui tombent sur les dômes s'écoulent également de tous les côtés. C'est pourquoi les rivières cherchent seulement à allonger le plus possible leur cours et vont presque toujours prendre naissance dans des régions d'altitude médiocre, en tous cas notablement inférieure à celle des dômes qui parsèment la contrée.

Ce fait est très général ; on trouve la preuve à chaque pas au Dahomey.

VII

LA MER

§ 1.

RELIEF SOUS-MARIN

RELIEF GÉNÉRAL

L'inspection d'une carte marine montre que les courbes bathymétriques sont très régulièrement parallèles au rivage dans tout le golfe de Guinée. Par le travers du Dahomey, elles ont par conséquent une direction rectiligne et une orientation E.-W.

Suivant un plan méridien, c'est-à-dire normal à la côte, les cartes marines indiquent les fonds suivants :

Profondeur	Distance de la côte	Pentes moyennes correspondantes
» 0 m.	0 kil.	3 0/0
» 20 »	6 à 9 »	4 0/0
» 100 »	25 à 30 »	75 0/0
» 1.000 »	40 »	40 0/0
» 2.000 »	65 »	8 0/0
» 4.000 »	300 »	
plus de 4.000 m. . . au delà de	300	

En s'en tenant à ces seuls chiffres, on peut déjà distinguer que

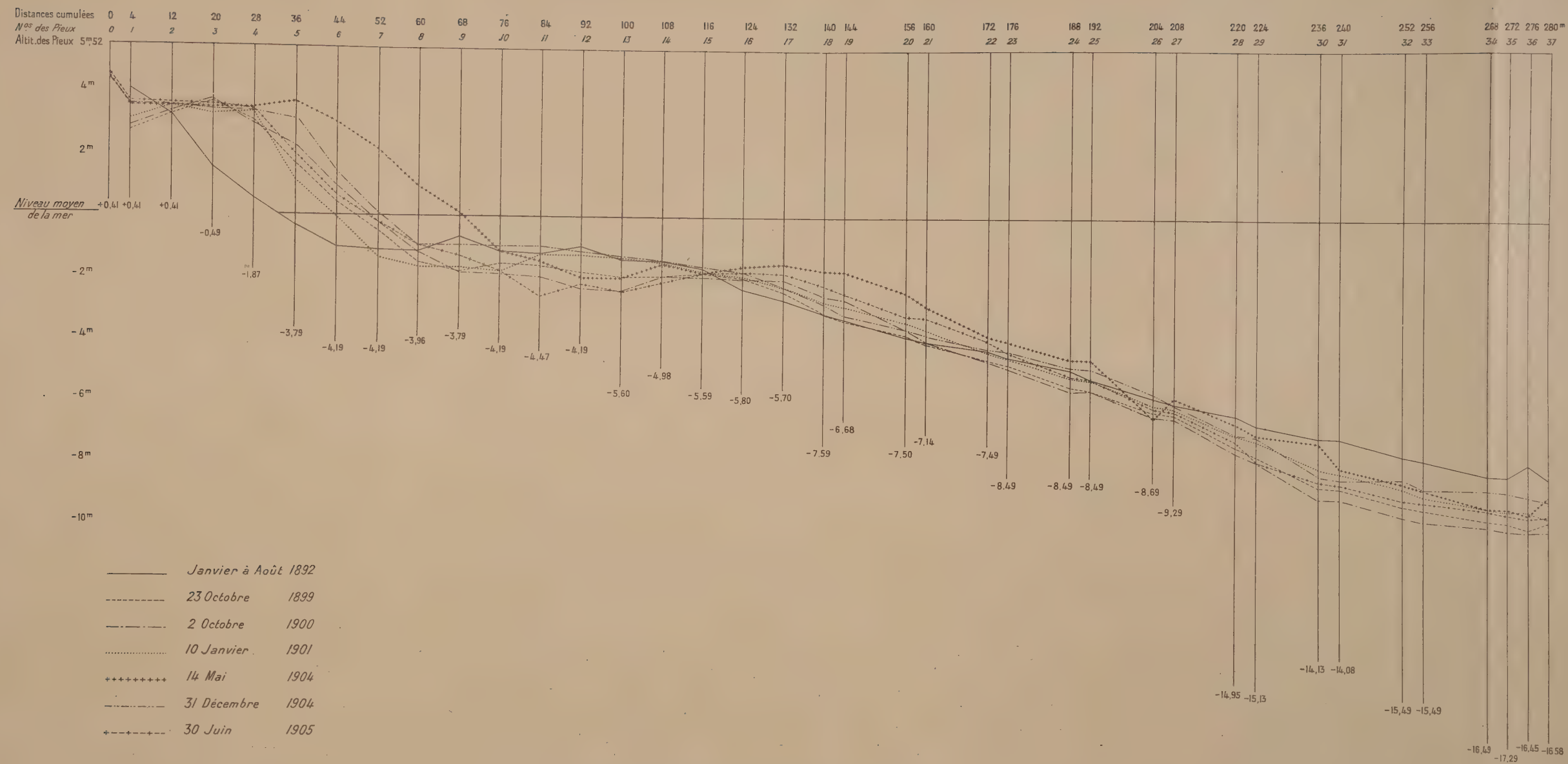


Fig. 21. — Variations du fond de l'océan sous le wharf de Cotonou.

Echelle des longueurs = 1 : 800. Hauteurs exagérées six fois.

(Cliché communiqué par les Annales de Géographie)

le *seuil continental*, faible et à pente très régulière, possède 25 à 30 kilomètres de large ; puis commence la région *bathyale* (10 à 15 kilomètres) ; au delà, la région *abyssale* offre une pente qui diminue à mesure qu'on s'avance vers le large.

RÉGION NÉRITIQUE

Les variations notables de pente s'observent surtout dans les 3 ou 400 premiers mètres de la bande littorale.

Le wharf de Cotonou, dont la longueur totale est de 280 mètres, était, au 30 juin 1905, au-dessus des flots sur une longueur d'environ 230 mètres (1). Par suite de son existence, on peut connaître avec une grande précision, le relief sous-marin à proximité de la côte. Dans cette zone, ainsi que l'indique le graphique où ont été portés les différents profils sous-marins sous le wharf, on distingue trois parties (Fig. 21) :

La première est caractérisée par une forte pente (moyenne 10 0/0) pour les 10 à 12 premiers mètres du sol immergé.

La seconde, qui, pour presque toutes les courbes du graphique, s'étend sur les 72 mètres suivants, possède un profil variable, mais dont la moyenne est très voisine de l'horizontale. C'est, si l'on veut, une *plateforme côtière* (2). Elle est marquée, à son extrémité vers le large, par une sorte de bourrelet peu élevé dont le sommet est par moins de 2 mètres de fond. En deçà de ce sommet, vers la côte, se trouvent parfois un ou deux sillons, mais ceux-ci ne sont pas également accusés sur toutes les courbes.

La troisième partie, légèrement concave, s'enfonce vers le large avec une pente faible (4 à 5 0/0).

Au delà du wharf, l'allure du terrain se poursuit régulièrement, mais avec une pente plutôt moindre, jusqu'à la région bathyale. On constate quelquefois cependant, à une faible distance de la côte, une dépression, facile à voir à Grand-Popo notamment en raison de sa proximité du rivage et de l'existence d'un petit

1. Tous les chiffres relatifs au wharf de Cotonou m'ont été aimablement communiqué par M. de Bernis, Chef du Service des Travaux publics.

2. Comme on le verra plus loin, cette *plateforme côtière* n'est pas formée aux dépens des éléments enlevés au rivage, mais de ceux apportés du large.

golfe sous-marin. En effet, par beau temps, étant donnée la limpidité remarquable des eaux de la mer, cette dépression se manifeste par la coloration bleu intense des eaux, (à moins de 300 mètres du rivage), contrastant avec la couleur jaune du fond de sable, qu'on cesse brusquement d'apercevoir.

Les sondages nombreux effectués dans la zone littorale montrent qu'à partir de 3 ou 400 mètres, la pente est extrêmement faible (1 0/00) jusqu'à la cote de — 20 m. Puis la pente augmente au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la côte : elle atteint 3 à 7 0/00 en moyenne entre la ligne des fonds de 20 mètres et celle des fonds de 100 mètres. On peut dire que c'est jusqu'à cette dernière ligne que se prolonge le plateau africain, et qu'au delà seulement commence la zone des grandes profondeurs.

RÉGION BATHYALE

La région bathyale, qui, pour un grand nombre de continents, commence à la ligne de — 200 mètres, débute sur la côte du Dahomey à la côte — 100 mètres. Elle est caractérisée par la brusquerie du relief sous-marin, les sondages effectués dans cette région montrant qu'aux fonds de 100 mètres succèdent immédiatement des fonds supérieurs à 366 mètres (voir carte au 1/1.250.000).

RÉGION ABYSSALE

La région abyssale, qui commence à la ligne des fonds de 1.000 mètres, a encore une forte pente à son origine, mais celle-ci décroît peu à peu et elle est devenue déjà assez faible à 300 kilomètres de la côte.

En résumé, le profil des fonds sous-marins est donc donné par une ligne à peine inclinée jusqu'à la zone des fonds de 100 mètres, après quoi, elle prend la forme d'une courbe, concave vers le haut, presque verticale à son origine (30 kil. de la côte) et qui devient asymptotique à l'horizontale vers 300 kilomètres.

Le fond de l'océan, dans la zone des fonds inférieurs à 300 mètres, est surtout recouvert de sable coquiller.

§ 2.

DÉPLACEMENTS MÉCANIQUES DES EAUX

Les courants marins.

Le courant le plus important qui parcourt l'océan à la hauteur de la Côte des Esclaves est le courant équatorial. Venu du sud, il s'incurve à la hauteur du Cameroun et se dirige parallèlement à l'équateur, vers les côtes septentrionales du Brésil. Mais ce courant passe très loin de la côte, et on ne le rencontre guère que dans la zone des grands fonds.

Le courant qu'on désigne sous le nom de courant du Golfe de Guinée, longe constamment la côte et se déplace en sens contraire du précédent. Les cartes marines (1) accusent pour ce courant une vitesse d'un demi-nœud. En outre, l'influence de l'harmattan, en décembre et janvier, amène la production d'un « contre-courant portant à l'ouest avec un nœud de vitesse environ » (1). Ce sont ces deux courants qui contribuent le plus à modifier l'allure du littoral.

Les marées.

Comme dans toutes les mers tropicales, l'amplitude des marées est faible. Les cartes marines accusent des variations de 1 m. 20 à 1 m. 50.

M. de Bernis, Chef du Service des Travaux Publics du Daho-

1. Denham. *Du cap St-Paul à Porto-Novo*. Carte marine. N° 2634-77-84 (1867 révisée 1901).

mey a bien voulu me communiquer le relevé des observations relatives à la marée, faites les 11, 12, 13, 14 et 16 avril 1906, au wharf de Cotonou. Pendant ces cinq jours, la plus grande variation du niveau de la mer, dans une durée de six heures, a été d'un mètre (11 avril), la plus faible de 34 centimètres seulement ; le niveau le plus élevé au-dessus de la plus basse mer, dans l'espace de ces cinq jours, a été de 105 centimètres.

D'autre part, deux observations faites à la Bouche du Roi (près Grand-Popo), les 15 et 20 février 1906, m'ont donné, comme amplitude de la marée, une quarantaine de centimètres. Malgré la grossièreté des instruments employés, ce chiffre peut être considéré comme correct, en raison des conditions d'observation : les niveaux étant mesurés dans un chenal largement ouvert, à moins de 200 mètres de la mer, et en eau absolument calme. Cependant on ne saurait établir de moyenne d'après la connaissance de ces deux chiffres : car une petite falaise de sable monte, par la façon dont elle est affouillée, ainsi que par l'état dans lequel sont disposés les éléments qui la constituent, que le niveau des eaux peut varier d'environ 1 mètre.

Mais si l'amplitude des marées sur la Côte des Esclaves semble inférieure à 1 m. 50, on voit cependant des lames atteindre exceptionnellement de plus fortes hauteurs. C'est ainsi qu'à Grand-Popo, en 1903, elles ont gravi une fois toute la pente de la grève au sommet de laquelle elles ont dégagé, sur la longueur d'un mètre environ, les rails qui s'y trouvaient. Ce jour-là, la hauteur atteinte par les lames a dû être d'environ 4 mètres au-dessus des basses mers. Les dégâts supportés par les installations européennes indiquent la rareté de cas analogues.

En ce qui concerne le mouvement de la marée, les cartes marines donnent comme heure de l'établissement environ 4 h. 30. J'ai pu avoir en outre connaissance des chiffres recueillis par le Service des Travaux Publics pour les 5 jours signalés précédemment. Le niveau de la mer a été pris toutes les heures seulement et la hauteur des vagues a dû rendre l'incertitude assez grande. Les chiffres communiqués pour le port de Cotonou m'ont permis d'établir des courbes qui donneraient, pour le jour seulement, les heures suivantes :

	Haute mer	Basse mer
11 avril 1906. . . .	6 heures	12 h. 15
12 »	7 h. 30	13 heures
13 »	8 h. 20	15 heures
14 »	9 heures	15 h. 45
16 »	12 heures	17 heures

Un certain nombre de ces chiffres représentent une trop grande différence avec la réalité. Si l'on considère les indications de 7 h. 30 et de 8 h. 20 comme exactes, on sera amené à modifier théoriquement les autres comme il suit :

	Haute mer	Basse mer
11 avril 1906. . . .	5 h. 40	12 h. 52
12 »	7 h. 30	13 h. 42
13 »	8 h. 20	14 h. 32
14 »	9 h. 10	15 h. 22
15 »	10 heures	16 h. 12
16 »	10 h. 50	17 h. 2

ce qui cadre assez bien avec l'ensemble du tableau précédent. Si l'on prend les heures de la marée pour les mêmes jours à Brest, on voit que l'établissement pour le port de Cotonou est d'environ une heure (de 57 m. à 1 h. 14). Mais ce n'est là évidemment qu'une indication n'ayant de valeur qu'au cas où la marée sur cette côte d'Afrique serait comparable à ce qu'elle est sur les côtes d'Europe.

Quelques mois plus tôt, à la Bouche du Roi, j'avais trouvé : le 19 février, haute-mer vers 15 h. 40 ; le 20 février, mer étale depuis 16 h. 22 jusqu'à 16 h. 36, ce qui donnerait pour l'heure de la marée 16 h. 29 (1), chiffre qui correspond très bien avec celui de la veille. L'établissement pour ce point, situé à 4 kilomètres environ de Grand-Popo, serait donc compris entre 2 h. 43 et 3 h. 8

1. Ces indications sont données en temps civil moyen de Paris, qu'on peut avoir avec une certaine précision : l'heure de Paris, qu'on peut avoir avec exactitude au service du câble à Cotonou, étant transmise télégraphiquement chaque jour dans tous les postes.

et se rapprocherait davantage du chiffre indiqué par les cartes marines.

Ce qu'il est intéressant de montrer, c'est que l'heure de la marée varie beaucoup d'un point à un autre, sur une distance peu considérable (moins de 100 kil.) et sur une côte très rectiligne

La Barre (1).

Dès l'origine, on a appelé « barre » (2) au Dahomey, une succession de hautes lames qui déferlent violemment à quelque distance du rivage (Pl. XIV, 1); aujourd'hui encore c'est ainsi que cette expression est le plus généralement employée. Cependant comme en terme de marine on désigne également sous le nom de « barre » l'obstacle de fond qui détermine les actions superficielles, je crois qu'il y a avantage à employer exclusivement cette expression dans cette dernière acception, ainsi que je le ferai ici, pour éviter toute confusion (3). C'est là, d'ailleurs, son sens propre, et il y a intérêt à le conserver par analogie avec ce qu'on appelle *barre d'estuaire*.

Les actions superficielles observées sont fonction de deux facteurs principaux : la houle et le relief sous-marin. Celui-ci nous étant déjà connu par les chiffres fournis plus haut (4), il n'y a pas lieu d'en reparler.

LA HOULE

C'est parce que la houle acquiert une très forte amplitude que

1. H. Hubert. *La barre au Dahomey*, in Ann. de Géogr. 1908.

2. Des Marchais (chevalier), *loc. cit.*

3. Néanmoins pour la légende de la photographie de la planche XIV, 1, le nom de « barre », synonyme d'actions superficielles, a été conservé pour plus de simplicité.

4. Non seulement le wharf est précieux comme instrument de mesure, mais encore il permet de faire des observations directes sur place, ce qui est impossible partout ailleurs. Par contre une objection qui vient immédiatement à l'esprit est que cet appontement a pu amener diverses perturbations locales.

Or on constate : 1° que les déplacements du rivage sont identiques sous le wharf et dans toute la région environnante ; 2° que par rapport au rivage le relief sous-marin est toujours resté semblable à lui-même ; 3° que les phénomènes superficiels ne subissent aucune modification à proximité du wharf. Dans ces conditions l'influence perturbatrice supposée apportée par cet appontement se trouve éliminée.

les phénomènes observés sont aussi importants. Les vents réguliers, qui déterminent cette amplitude, donnent en outre au mouvement oscillatoire un sens de propagation constant, du sud au nord. Cependant la mousson, la brise de mer, et l'un des courants marins impriment une légère déviation vers l'est à cette direction. On remarque en effet que, le long de la côte, la portion occidentale de la vague déferle d'abord. C'est du reste plus net à Grand-Popo qu'à Ouidah et à Ouidah qu'à Cotonou, en raison de l'orientation particulière du rivage, qui, de l'ouest à l'est, se relève légèrement vers le nord.

D'autres modifications, très faibles, sont encore dues à des facteurs locaux : accidents de fond, présence d'estuaires, etc. Mais ce qu'il importe de retenir, c'est le parallélisme constant de toutes les lames, pour un même lieu et à toutes les époques de l'année.

INFLUENCE DE LA HOULE SUR LE RELIEF SOUS-MARIN

Le mouvement ondulatoire de la houle, qui se fait sentir à une grande profondeur, a pour effet de provoquer le déplacement des sables sur le fond. Ceux-ci ne sont pas seulement entraînés de proche en proche mais sont aussi soulevés en partie, ce qui facilite leur translation rapide vers la côte. L'abondance des matériaux ainsi transportés est considérable, comme l'indiquent les chiffres du graphique précédent, mais, en raison même de l'amplitude de la houle, leur dépôt ne se fait pas d'une façon uniforme.

Dès que la lame venant du large atteint la cote voisine de — 2 mètres, elle se heurte à des masses d'eau soit immobiles soit animées d'un mouvement inverse. Les composantes horizontales sont alors partiellement détruites et une grande partie des sables amenés du large tombe au fond : ainsi se forme le bourrelet de la plate-forme côtière (1). Suivant les actions prédominantes auxquelles ce bourrelet est soumis, il varie en hauteur avec une grande brusquerie et il n'est pas impossible qu'il puisse émerger. Cependant ce cas n'a pas été observé ; il faut remarquer,

1. On assiste bien ici à un phénomène qui rappelle celui qui se produit à l'embouchure de certains fleuves ou de certaines lagunes (lagune de Lagos), et qui donne naissance à ce qu'on a appelé *barre d'estuaire*.

en effet, que, normalement, l'action de la marée, des courants marins et des vagues s'appliquent à niveler la plateforme côtière.

D'autre part, les mouvements combinés des masses liquides ont pour effet de faire progresser vers le rivage le sable du bourrelet à mesure qu'il se dépose. Par suite, la côte se déplace parallèlement à elle-même vers le large et le bourrelet, dont la position par rapport au rivage est fixe (en raison de la régularité des actions des masses liquides), progresse également dans le même sens et de la même quantité.

A côté de l'action propre de la houle, il faut signaler celle des vagues dont la violence de projection en arrivant à la grève détermine la pente si accentuée des 12 premiers mètres du sol immergé.

INFLUENCE DU RELIEF SOUS-MARIN SUR LES MASSES LIQUIDES

Si dans la région littorale la houle est la cause déterminante du relief sous-marin, c'est celui-ci qui provoque la transformation du mouvement ondulatoire né au large. De sorte que les deux phénomènes s'entretiennent constamment, ce qui explique leur étonnante régularité.

Examinons tout d'abord les variations successives que subit une lame (1) supposée unique et se propageant vers la côte.

L'amplitude de cette lame, déjà très forte au large, augmente à mesure que le fond s'élève, par suite de la diminution de la masse d'eau à laquelle elle se transmet. Il en résulte que l'équilibre des couches supérieures devient de plus en plus précaire. En outre, tandis que les couches inférieures ralentissent leur mouvement, par suite du frottement sur le fond, les couches supérieures sont animées d'une vitesse qui, relativement au moins, est de plus en plus grande. De sorte qu'il y a un point où le retard des premières par rapport aux secondes est si grand — un peu avant le sommet du bourrelet en l'espèce — que celles-ci se trouvent

1. Je désigne sous le nom de « lame » une masse liquide animée d'un mouvement ondulatoire et « vague » une masse liquide animée à la fois d'un mouvement ondulatoire et d'un mouvement de translation.

projetées dans la direction de la propagation du mouvement ondulatoire : la lame déferle ; il se forme une « volute de barre » (1). A partir de ce moment on a une vague se dirigeant vers la côte.

De même que le mouvement ondulatoire se transforme superficiellement en mouvement de translation lorsque la résistance sur le fond augmente, le mouvement de translation se transforme en mouvement ondulatoire lorsque la résistance superficielle augmente. Ainsi donc le même mouvement, à mesure qu'il se propage, peut successivement donner naissance à une lame, puis à une vague, à une nouvelle lame et ainsi de suite.

C'est naturellement toujours une vague qui s'étale sur le rivage. Elle le heurte fortement, grâce à sa vitesse propre, et le gravit en partie.

Aussitôt après, en raison même de la pente très forte de la grève, la masse liquide redescend rapidement donnant ainsi naissance à une nouvelle « onde (2) réfléchie » qui se propage vers le large.

ACTION DE L'ONDE RÉFLÉCHIE

Cette onde réfléchie va nécessairement entrer en conflit avec les ondes directes ; elle contribuera ainsi à déterminer de nouveaux phénomènes superficiels.

L'action de l'onde réfléchie est limitée à une certaine zone, parce que sa vitesse et sa masse sont beaucoup moins considérables que celle de l'onde directe. Pratiquement elle ne se fait plus sentir à la hauteur du sommet du bourrelet.

Son influence peut se traduire de deux manières principales. Si l'onde directe et l'onde réfléchie sont identiques, il se produira une interférence, et par suite une exagération du mouvement ondulatoire. Si, comme c'est le cas le plus fréquent, l'onde directe a une force plus grande que l'onde réfléchie, quel que soit son mouvement le plus apparent (ondulatoire ou de translation),

1. Je substitue l'expression *volute* à celle de *brisant* qui désigne à la fois un obstacle de fond et, par extension, l'action superficielle qu'il détermine.

2. Vague d'abord, lame puis vague ensuite. Dans le cas où je n'aurai pas à spécifier si la masse liquide est une lame ou une vague, j'emploierai l'expression d'« onde », que le mouvement de propagation soit direct ou réfléchi.

il donne toujours naissance à la surface à un mouvement de translation plus rapide vers la côte.

En effet, comme les couches superficielles de l'onde directe, normalement plus élevées, ont à passer par-dessus celles de l'onde réfléchie, il se produit une véritable chute d'eau qui détermine évidemment une accélération considérable de la vitesse de déplacement des eaux de surface vers la côte. Cette sorte de chute d'eau est ce que j'appellerai une « volute de plage ».

ANALYSE DES ACTIONS SUPERFICIELLES

On peut ainsi diviser la région des actions superficielles en quatre zones successives :

Première zone. — Les lames se creusent de plus en plus, mais ne déferlent pas. La vitesse de déplacement à la surface est nulle. Pour 1906, cette zone s'étendait depuis le large jusqu'au 20^e pylône du wharf (établi à 106 mètres du rivage, profondeur moyenne de l'océan en ce point 3 m. 20).

Deuxième zone (formation de la volute de barre). — Comme on l'a vu, la lame venant du large déferle par suite du relèvement du fond et de l'insuffisance de la profondeur. A ces deux causes principales s'en ajoutent deux autres accessoires : 1^o obstacle offert par la masse liquide située le long du rivage, opposant au mouvement ondulatoire venant du large une résistance qui peut être considérable ; — 2^o abondance du sable en suspension dans cette masse liquide, ce qui vient augmenter la force d'inertie qu'elle oppose à la propagation du mouvement ondulatoire.

Au moment où le mouvement ondulatoire se transforme en un mouvement de translation, celui-ci acquiert une vitesse considérable qu'on n'a pas mesurée — la mesure approchée serait possible en se servant d'un cinématographe — mais qui est certainement voisine de 40 kilomètres à l'heure.

Dans cette zone, entre deux lames déferlantes il y a toujours une période de calme.

1. On a écrit que la première volute se formait à 300 mètres de la côte. C'est une erreur manifeste puisque le wharf de Cotonou ne s'avance même pas à 230 mètres du rivage et que les phénomènes superficiels ne se produisent que dans la moitié contiguë à la terre.

La cause principale de la formation de la première volute étant le relèvement du fond, cette volute se produira toujours sensiblement à la même distance du rivage, soit, pour 1906, aux environs du 19^e pylone du wharf(1) (établi à 94 mètres de la côte, profondeur moyenne de l'océan en ce point 2 m. 40).

Troisième zone (volutes de plage). — D'ordinaire le mouvement de translation de la première vague est amorti assez rapidement au point de devenir nul. Mais le mouvement ondulatoire direct persiste ; il se compose, comme on l'a vu, avec le mouvement ondulatoire réfléchi pour former les volutes de plage. Seulement la position de celles-ci n'est pas constante, parce que la période vibratoire comprise entre deux ondes directes n'est pas régulière.

Les déplacements continuels des volutes de plage sont mis en évidence par le relief, car les sillons qui marquent leur place existent en nombre variable (un ou deux) et souvent font défaut. Si la place des volutes était constante par rapport au rivage, il faudrait, contrairement à ce qui se produit, que la place des sillons fût toujours aussi relativement la même.

Cette troisième zone est très étendue par rapport à la précédente, elle commence à une distance variable en arrière du 19^e pylone et finit au 8^e (ce dernier établi à 10 mètres du rivage, profondeur moyenne de l'océan en ce point 1 m. 30). Par conséquent il s'y trouve presque toujours une onde directe (ou deux) en conflit avec une onde réfléchie (ou deux) (1). C'est la zone la plus dangereuse : les eaux y sont constamment en mouvement ; elles

4. A Cotonou, où les phénomènes superficiels paraissent plus réguliers qu'ailleurs, les volutes se forment *généralement* dans l'ordre suivant :

1^o Volute de plage à proximité de la côte ;

2^o Volute de plage sensiblement au milieu entre la précédente et la barre ;

3^o Volute de barre.

Le temps qui sépare la formation de chacune de ces trois volutes est ordinairement tel qu'au moment où la 2^e volute de plage atteint son maximum d'amplitude, la 1^{re} volute de plage a déferlé sur la côte et la volute de barre commence à déferler. C'est ce que montre précisément la photographie de la planche XIV 1. Tous les instantanés que j'ai eus entre les mains sont beaucoup moins intéressants au point de vue de la théorie parce qu'ils sont pris au moment où la 1^{re} volute de plage a son maximum d'amplitude, de sorte que si l'on distingue très bien la 2^e volute de plage, on ne peut voir la volute de barre.

sont jaunâtres et boueuses par suite de la quantité de sable qui est soulevé au passage de chaque vague, et leur surface est continuellement recouverte d'écume.

Les mouvements de translation à la surface n'ont guère lieu que dans le sens de l'onde directe.

Quatrième zone. — Il n'y a plus jamais qu'une vague directe ou une vague réfléchie. La vitesse de translation à la surface dans un sens ou dans l'autre est faible, souvent nulle, sauf bien entendu lorsque la vague s'étale sur le rivage ou qu'elle le redescend.

Cette zone a dix ou douze mètres de largeur seulement.

On a attribué les hauteurs les plus diverses aux volutes. Celles-ci, comparées aux pirogues qui les traversent, n'apparaissent jamais supérieures à 2 mètres par beau temps (1). Par mauvais temps, auquel cas je n'ai pas de chiffres, même approximatifs, je me bornerai à signaler que les volutes demeurent toujours très au-dessous du tablier du wharf, lequel ne domine que de 5 m. 52 le niveau moyen de l'océan.

VARIATIONS DES ACTIONS SUPERFICIELLES

La houle paraît extrêmement régulière en toutes saisons, et il est vraisemblable que ce soit la raison pour laquelle, en un même lieu, la bande marine soumise aux actions superficielles décrites a une largeur constante en dépit des déplacements successifs du littoral. Par contre, l'amplitude des lames varie, ce qui détermine des actions plus ou moins violentes, et les périodes qui séparent les lames sont inégales, ce qui entraîne l'irrégularité de position des volutes de plage.

Les vents, les courants côtiers et la marée influent également sur l'intensité des actions superficielles, mais non sur leur production. Il suffit d'indiquer ces facteurs pour qu'on comprenne la nature des perturbations qu'ils peuvent apporter. Celles-ci sont d'ailleurs faibles et il est facile de s'en rendre compte, puisque la

1. Les photographies représentant les passages de barre permettent de s'en rendre compte.

SOURCES.



Cliché H. Hubert.
Source Demfoli, près de Thoun.



Cliché H. Hubert.
Source de Zagnanado
Au premier plan, à gauche, on aperçoit le rubanement des gneiss.

marée, qui est le plus important de ces facteurs, a des variations totales qui n'atteignent pas 1 m. 50.

Suivant les localités considérées, les actions superficielles sont légèrement différentes. Au Dahomey elles semblent plus violentes à mesure qu'on se dirige vers l'ouest. Il faut faire exception pour l'entrée du chenal désigné sous le nom de Bouche du Roi (près Grand-Popo). En cet endroit, la pente de la plage est beaucoup plus faible que partout ailleurs, aussi la largeur occupée par les phénomènes superficiels est-elle beaucoup plus étendue. On y compte jusqu'à six volutes à la fois, mais beaucoup moins longues et moins élevées que dans les cas précédents. De plus, les lames, en ce point très obliques par rapport à la direction de la côte, ne peuvent pénétrer que dans la partie sans profondeur du chenal.

CONCLUSIONS

Loin de représenter des phénomènes exceptionnels, indépendants de ceux que nous connaissons, la barre et les actions superficielles que celle-ci détermine peuvent être au contraire rapprochées et des barres d'estuaire et des actions superficielles que nous voyons sur nos côtes.

Si l'on compare la barre marine à une barre d'estuaire (1), on voit que dans les deux cas il s'agit d'une modification du relief immergé. Mais tandis que la seconde est constituée par un épais bourrelet de sable, très mobile, la première n'est même pas « un relèvement brusque du fond de l'océan », mais simplement un bourrelet peu élevé, à pentes faibles, et très stable, puisqu'il est soumis à des actions régulières et constantes. En outre, les phénomènes superficiels sont beaucoup plus puissants dans le cas de la barre marine, en raison de la force active et de sens inverse des ondes réfléchies.

D'autre part, les actions analysées précédemment se rapprochent par plusieurs points de celles qui se produisent sur nos côtes (2), surtout par gros temps. Il semble même qu'ils n'en

1. Il y a, à l'entrée du chenal de Lagos, une de ces barres d'estuaire que peuvent seuls franchir les navires calant 3 mètres au plus.

2. A Berget, *loc. cit.*

Hubert

soient que l'exagération. Cette conclusion peut surprendre tout d'abord ; mais si l'on compare le rivage du Dahomey à celui des Landes, par exemple, on remarque que tant au point de vue de la constitution géologique qu'au point de vue du relief sous-marin en général, il n'y a aucune différence notable. Seule la houle, plus forte sur le littoral africain, a contribué à donner un relief caractéristique aux fonds situés à proximité du rivage, d'où une allure très particulière dans la manière dont se comportent les masses liquides (1). Mais en somme je crois qu'il n'y a, sur nos côtes et sur celles d'Afrique, que des différences de valeur.

1. Précisément à l'entrée du chenal appelé Bouche du Roi, par suite de l'apport des alluvions de l'intérieur, la pente de la grève se rapproche de celle de nos côtes. L'amplitude de la houle se trouve alors très diminuée et cela explique très bien pourquoi les phénomènes superficiels observés à cet endroit sont *intermédiaires* entre ceux constatés à Cotonou et ceux auxquels on assiste sur nos plages, par gros temps.

§ 3

TRAVAUX DE LA MER

Suivant un processus étudié depuis longtemps sur un grand nombre de côtes, l'océan a édifié tout le long de celle du Dahomey un cordon littoral derrière lequel les eaux de l'intérieur, sans écoulement facile, se sont accumulées et ont formé des lagunes. Je me bornerai à indiquer les points de détail particuliers au rivage de la colonie.

Le cordon littoral.

A) ACTIONS ÉDIFICATRICES DE LA MER

Les actions édifiatrices de la mer sont constantes, elles sont très supérieures aux actions destructrices. Nous en avons un grand nombre de preuves : ainsi la formation du bourrelet de la plate-forme littorale ou *barre* proprement dite, et surtout le recul constant de la mer au profit des sables, particulièrement facile à mesurer sous le wharf de Cotonou.

ETABLISSEMENT DU CORDON LITTORAL

Le cordon littoral est exclusivement constitué par du sable. L'intérêt de cette formation réside dans ce que les matériaux qui la constituent, au lieu d'avoir été empruntés au rivage dahoméen, sont apportés de fort loin par la mer. Ils ont été plaqués sur une côte encore largement échancrée à une période très récente; peut-être même historique. Il est à peu près certain que les matériaux du cordon littoral viennent de l'ouest, parce que c'est vers l'est que les vagues entraînent tout ce qui se trouve à proximité

du rivage (sables, épaves) c'est d'ailleurs dans ce sens que se déplace le courant côtier, de même que la brise de mer souffle généralement du sud-ouest.

Tel que nous le voyons aujourd'hui, le cordon littoral est dû à des causes multiples : action de la mer qui apporte des sables, action des vagues qui les déplacent. Mais il n'est pas certain que l'accroissement se fasse régulièrement et de proche en proche à partir du rivage, ou du moins il n'est pas certain que ce mode d'accroissement soit exclusif. Il n'est pas impossible en effet que, par suite de l'exhaussement progressif du bourrelet de la plateforme littorale, toute la zone comprise entre celui-ci et la côte soit incorporée tout d'un coup au rivage. En d'autres termes la *barre* deviendrait brusquement une grève.

Une telle hypothèse nécessite : 1° un exhaussement brusque de la *barre* (qui se produit parfois en effet) (1) ; — 2° un assèchement de la petite zone comprise entre la barre et le bourrelet littoral (ce qui ne manquerait pas de se produire à la suite de l'exhaussement de la barre) ; — 3° le cheminement des sables sous l'action du vent (qu'on constate partout très nettement ; — 4° le remplissage par les sables de la dépression située en deçà de la barre, devenue grève (ce qui se produirait nécessairement).

Il faut simplement, pour que l'hypothèse formulée se réalise, que l'exhaussement de la *barre* soit suffisant. Et rien ne prouve que ce cas ne puisse se produire accidentellement. S'il en était ainsi, on aurait des perturbations dans les phénomènes superficiels, mais rien ne montre qu'elles ne se soient pas déjà produites.

Ce qui donne une certaine vraisemblance à cette hypothèse, c'est que la topographie du cordon littoral, en deçà de la grève, reproduit exactement une topographie identique — sauf les apports de sables par les vents — à celle des cent premiers mètres de terrain immergé.

Il est vrai qu'une telle topographie pourrait provenir également de l'action des vagues escaladant fréquemment la orête qu'elles

1. Le sommet du bourrelet de la plateforme littorale n'est actuellement recouvert que de 1 m. 86 d'eau (soit 1 mètre de moins qu'en 1892) ; il subit parfois des élévations de 50 à 70 centimètres en quelques mois seulement.

ont formé, mais cela n'a jamais lieu. On ne m'a signalé qu'un cas, très localisé d'ailleurs. Quant à l'action des vents, elle n'a pu qu'exagérer cette topographie mais non la créer, sur tout le littoral, avec la régularité qu'elle affecte.

ALLURE DU CORDON LITTORAL

La pente raide du cordon littoral, du côté de l'océan, est assez constante pour un même lieu, malgré les remaniements incessants, mais elle est sensiblement plus forte à l'ouest de la colonie, ce qui tient à la violence plus grande des vagues directes. Ainsi à Ouidah et à Grand-Popo, j'ai trouvé un chiffre moyen de 11°, tandis qu'à Cotonou, la pente de 20 0/0 qui représente à peu près la même valeur, n'a été atteinte qu'en 1901. Celle qu'on observe le plus fréquemment en ce dernier point n'est guère que de 10 0/0 (1). La hauteur de la crête, très variable suivant les localités, dépasse rarement 4 mètres : elle atteint même peu souvent ce chiffre.

Du côté de la terre, au contraire, la pente est très douce. Il se forme généralement une petite dépression à une cinquantaine de mètres de la crête (2), après quoi le sol se relève de nouveau d'une façon notable. Ainsi l'ensemble de la partie du cordon littoral immédiatement voisine de la mer rappelle bien l'allure — exagérée par les apports éoliens — de la zone immergée entre la grève et le bourrelet de la plateforme littorale.

D'ordinaire, au delà de cette partie ondulée, le terrain redevient horizontal ou plonge vers la lagune. En tous cas il est impossible de saisir dès lors la part qui revient à l'action marine à cause du manteau de sable apporté par le vent.

Un des résultats, et non des moindres, de l'action édifiatrice de la mer est la rectitude imprimée au rivage, par suite du comblement progressif des anfractuosités originelles.

Les couches de sable qui constituent le cordon littoral sont

1. Exceptionnellement elle n'est que de 4° sur le bord occidental de la Bouche de Roi, aussi la mer se retire-t-elle assez loin en ce point.

2. Cette dépression n'a qu'une quarantaine de mètres de largeur à Grand-Popo ; mais elle est, par contre, fort sensible.

déposées suivant deux types différents. Ou bien elles sont très sensiblement horizontales, avec un plongement plus ou moins marqué vers le large ; ou bien, dans les endroits où il y a du clapotis, comme dans le chenal de la Bouche du Roi, elles forment de petites ondulations très capricieuses, qui représentent les franges successives laissées par les vagues.

B) ACTIONS DESTRUCTRICES DE LA MER

Les actions édifiatrices ne sont pas les seules qui aient déterminé la topographie du littoral. Le recul de la mer serait beaucoup plus rapide si de temps en temps celle-ci ne venait balayer une partie des sables de la plage et même enlever une portion du rivage.

Malheureusement, pas plus que les autres, ces phénomènes n'ont été étudiés et on ne possède pas de témoins capables d'établir leur importance.

On a vu plus haut le cas d'une forte marée à Grand-Popo à la fin de 1905, ayant dégagé au sommet de la grève des rails placés à 50 mètres en arrière de la zone atteinte par les lames. Les actions dévastatrices de la mer semblent beaucoup plus puissantes dans toute cette région, où le cordon littoral est souvent entaillé par des brèches profondes, mais, pour être moins sensibles, des faits du même ordre se produisent sur toute la côte, comme le montrent les chiffres recueillis à Cotonou. Ainsi d'octobre 1900 à janvier 1901, la mer s'est avancée dans cette localité de 7 mètres, et, sur le bourrelet littoral, elle a enlevé une épaisseur de sable de 1 m. 45 de mai à décembre 1904.

Ces quelques cas exceptés, les chiffres que nous possédons ne sont que les différences entre les actions édifiatrices et les actions dévastatrices. Ces différences sont résumées avec précision par les cotes du terrain sur lequel repose le wharf, et qui se trouvent traduites dans le graphique fourni précédemment. On voit que de 1892 à 1905 la mer a reculé à Cotonou. Deux faits que ce graphique a l'avantage de bien faire ressortir sont, du moins pour la période considérée : d'une part le recul de la mer au profit de la terre ferme (20 mètres environ) ; d'autre part, la brusquerie des

variations du fond immergé à la hauteur du bourrelet littoral; ce qui montre bien que c'est là où les actions mécaniques sont particulièrement intenses.

Partout la différence entre les actions dévastatrices et édificatrices s'établit au profit de ces dernières. Mais leur influence prépondérante provient de ce qu'elles sont plus régulières, plus constantes, tandis que les actions dévastatrices, beaucoup plus brutales, notamment dans la région de Grand-Popo, ne se manifestent par contre que fort rarement.

C) CARACTÉRISTIQUES DU CORDON LITTORAL

VARIÉTÉ D'ALLURE DU CORDON LITTORAL

Tandis que le travail de la mer contribuait à maintenir du côté du large l'allure primitive du cordon littoral, les apports constants de la lagune venaient au contraire modifier rapidement l'aspect original du côté de l'intérieur. Il faut par suite distinguer deux types bien différents que présente le cordon littoral.

Le premier type se rencontre surtout dans la région de Grand-Popo. C'est une flèche de sable, s'établissant en avant du rivage; elle s'élargit peu (quelques dizaines à quelques centaines de mètres) et isole une lagune en arrière d'elle. La végétation est rare, elle est constituée par quelques bouquets de cocotiers.

Le second type est celui qui a son maximum de développement sous le méridien de Porto-Novo. Contre la flèche de sable sont venues se coller les vases et limons apportés par le fleuve, contribuant ainsi à accroître le cordon littoral primitif d'une quinzaine de kilomètres environ. Une végétation puissante (cocotiers, palmiers à huile) s'est développée sur le terrain ainsi conquis, lequel est encore bordé au nord par une lagune parallèle à la côte, mais considérablement reculée dans l'intérieur.

VARIATIONS DU CORDON LITTORAL DANS LE TEMPS

Le cordon littoral, en beaucoup de points, est unique. C'est pourquoi il est intéressant de constater l'existence, dans la région

de Ouidah (1), de plusieurs cordons littoraux successifs, formés à des époques différentes.

Cela montre bien le recul brusque de la mer sur une zone d'une certaine largeur, pour des causes que nous ignorons, d'ailleurs.

Les cordons littoraux de Ouidah et les lagunes qu'ils isolent sont, du sud au nord, les suivants (fig. 22) :



Fig. 22. — Cordons littoraux successifs entre Ouidah-plage et Ouidah.

1. Terre de barre ; 2. Argile (lagunes) ; 3. Sable (cordons littoraux).

A. — Cordon littoral actuel (environ 500 mètres de large), assez élevé (5 à 6 mètres) formé de sable, sur lequel poussent des cactus et quelques cocotiers.

B. — Lagune (1 kil. environ) (Pl. XIV, 2) tapissée de vase molle, entièrement recouverte d'eau pendant l'hivernage, et formant en saison sèche un puissant marais, avec des roseaux et des plantes à bulbes. L'eau recouvre la partie centrale de cette lagune sur 200 mètres environ, avec une profondeur maximum d'un mètre.

C. — Cordon littoral ancien, moins élevé que le premier, large de 200 mètres environ, et dont le sable, qui a pris une coloration rougeâtre est aujourd'hui compact. La végétation arborescente s'en est emparée.

D. — Dépression marécageuse de 400 mètres de largeur environ, tapissée de vase passant à l'état de dépôt ancien.

E. — Nouveau cordon littoral, également ancien, riche en sables marbrés. L'aspect de ce cordon littoral est moins net que le précédent.

Aussitôt après apparaît la terre de barre, dont la présence témoigne de l'ancienneté du dépôt. Il s'y trouve intercalée une couche de sable gris argileux à éléments légèrement plus volumineux qui marque toujours, dans cette région, l'existence d'un bas-fond autrefois inondé.

1. Au Dahomey, on dit « de Ouidah » et non pas « d'Ouidah » parce que ce mot s'écrivait autrefois Whydah.

F. — On retrouve cette association (terre de barre, sable gris) le long de la voie ferrée, au kil. 40. Puis la terre de barre superficielle disparaît au profit du sable blanc seul, légèrement cimenté par l'argile en un grès très friable. En même temps, le sol présente une dépression notable, rappelant très bien le fond d'une ancienne lagune, aujourd'hui fixée. L'endroit demeure encore marécageux, bien qu'habité, et on y trouve en abondance des coquilles d'huîtres identiques à celles de la lagune actuelle. Un puits de 3 mètres de profondeur, au kil. 41, montre toujours la même formation, ce qui vient fortifier l'hypothèse d'une lagune ancienne.

G. — Au kil. 41,2, le sable argileux blanc disparaît, et en même temps que le sol se relève rapidement, la terre de barre affleure de nouveau, cette fois d'une façon définitive (1).

CONSTITUTION DU CORDON LITTORAL

Elle est très uniforme. Comme exceptions il n'y a qu'à signaler : d'une part, la trituration mécanique effectuée à la Bouche du Roi, où la magnétite se trouve isolée et s'accumule au pied d'une petite falaise souvent remaniée ; d'autre part, les sables marbrés à Ouidah. Ceux-ci sont produits précisément par le mélange de sable blanc et de sable rouge : le second ne différant guère du premier que par l'hydratation de minéraux ferrifères dans la masse. On trouve du reste des traces de passage entre les deux types de sables. Ce dépôt affecte des sections très peu développées et sinueuses qui indiquent un point où les eaux étaient constamment agitées.

Les Lagunes

CARACTÈRES GÉNÉRAUX

La conséquence de la formation du cordon littoral est l'établissement des lagunes. Au Dahomey ce nom est appliqué indistinct-

1. Dans la fig. 22, la largeur de cette dernière lagune est beaucoup moins étendue que je l'indique ici. Cela tient à ce que la ligne du chemin de fer traverse très obliquement cette lagune tandis que le profil ci-joint la coupe normalement.

tement à deux types différents de dépressions voisines de la mer et dont les eaux présentent alternativement des courants opposés, suivant le surcroît qu'elles reçoivent de l'océan ou des fleuves. Les lagunes du premier type (Pl. XIV, 2) forment une ligne ininterrompue parallèle à la côte, communiquant avec la mer par des passes peu profondes et fort éloignées les unes des autres ; leurs eaux sont saumâtres. Les lagunes du second type s'enfoncent profondément dans l'intérieur ; elles sont le plus souvent les déversoirs des rivières côtières dans la lagune littorale. Topographiquement on pourrait les assimiler à des embouchures, mais elles s'en distinguent en ce qu'elles ne sont parcourues d'aucun courant constant : pendant l'hivernage elles sont remplies par les eaux des rivières qui s'écoulent vers la mer ; en saison sèche elles sont envahies par les eaux plus ou moins saumâtres de la lagune littorale, qui remontent, puis demeurent stagnantes.

Ce système lagunaire se complique encore par l'existence de lacs plus ou moins étendus et d'une zone marécageuse importante.

Les lacs, qui sont évidemment d'anciennes échancrures de la côte isolées à la suite de la formation du cordon littoral, se déversent aujourd'hui dans les lagunes (lac Ahé) et les font communiquer (lac Nokoué). Quant à la zone marécageuse, elle s'étale parfois sur plusieurs kilomètres (jusqu'à 10) au nord de la lagune littorale.

Le système lagunaire est recouvert d'une épaisseur d'eau variable suivant les saisons, mais toujours faible.

La zone marécageuse proprement dite est à sec plusieurs mois par an. Quant à la lagune littorale entre Ouidah et Cotonou, elle a une profondeur insignifiante (1) ; entre Ouidah et Grand-Popo elle a de 0 m. 20 à 2 mètres ; enfin le lac Ahé, le lac Nokoué ont des fonds variant de 1 m. à 1 m. 80. Seul le chenal de Cotonou est, en certains endroits, beaucoup plus profond : des sondages effectués par le Service des Travaux publics y ont révélé des

1. En plusieurs endroits elle a été comblée pour le passage de la voie ferrée (Pahou-Godomey). Les récits de missionnaires datant d'une cinquantaine d'années (P. Lafitte, P. Borghéro) montrent qu'à cette époque la lagune n'était déjà plus praticable aux embarcations. Si donc on pouvait se rendre autrefois en pirogue de Porto-Novo à Grand-Popo, c'est à une époque antérieure.

fonds de 3 m. 40, 5 mètres et 6 mètres, ce dernier cas étant cependant exceptionnel.

MARÉES

En raison des communications avec la mer, la profondeur de ce système lagunaire est susceptible de variations correspondantes aux marées. Entre deux marées successives le niveau des eaux du lac Ahé à Bopa, celui de la lagune à Porto-Novo, celui du chenal à Cotonou, peut varier de 6 à 26 centimètres. Ces faibles différences de niveau et le trop petit nombre des observations effectuées jusqu'à ce jour ne permettent pas de connaître le temps qui s'écoule entre l'heure de la haute mer en un point de la côte et le moment où le niveau est le plus élevé en un point du système lagunaire. Cependant cette différence de temps semble très voisine de 5 heures à Porto-Novo par rapport à la haute mer à Cotonou, ce qui n'a rien d'exagéré si l'on songe que la communication de la lagune de Porto-Novo s'établit par la passe de Lagos, située à une centaine de kilomètres de Porto-Novo. Pour beaucoup de points, la différence sera rendue très difficile à établir en raison des sinuosités et des ramifications du système lagunaire qui font obstacle à l'élévation régulière et progressive des eaux (1).

SALURE

L'altitude moyenne des fonds du système lagunaire est nettement inférieure à celle du niveau moyen de l'océan. Aussi voit-on en saison sèche les eaux de la mer pénétrer très loin dans l'intérieur : elles viennent rendre saumâtres celles du Couffo au-dessus de son embouchure (35 kilomètres du rivage, 45 ou 50 kil. de la Bouche du Roi).

La salure des eaux du système lagunaire est extrêmement

1. Les variations du niveau à l'intérieur de la zone lagunaire donnent naissance à des phénomènes appréciables. A l'extrémité septentrionale et sur la rive occidentale du lac Ahé, à Bopa et à Pendji, les variations de niveau, sur la plage à pente douce, se traduisent par des déplacements *horizontaux* de l'eau d'environ 2 mètres. En outre, l'action des vagues a déterminé la formation, sur les bords du lac, d'une falaise d'un mètre de hauteur.

variable. Elle dépend à la fois de la proximité d'une passe, de l'évaporation et de l'apport des eaux douces par les rivières. Suivant les saisons, l'un de ces deux facteurs a une influence prépondérante. A la fin de la saison sèche, la quantité de sels dissous dans le lac Ahé, à Bopa, est sans doute supérieure à celle que contient la mer ; par contre pendant l'hivernage il est probable que ce lac est complètement lessivé par les eaux du Couffo.

CONSTITUTION

Toute la zone lagunaire est tapissée de vase amenée par les cours d'eau. Celle-ci s'accumule de préférence contre le cordon littoral, surtout vis-à-vis de l'embouchure d'un grand fleuve (Ouémé à Porto Novo). C'est ce qui provoque le déplacement de la lagune vers le nord et contribue à laisser abrupte la rive septentrionale.

En même temps se produit un colmatage général, particulièrement sensible sur les lacs. En certains endroits la vase est devenue compacte (bas Ouémé, Hévé, etc.) et son épaisseur est assez faible (1 mètre) ; mais dans les lagunes où l'eau demeure stagnante sa consistance n'est souvent qu'apparente. Lorsqu'il s'est agi de faire franchir certaines d'entre elles par la voie ferrée, on a cherché à les combler partiellement de façon à établir un petit remblai. A mesure que les matériaux étaient accumulés sur la vase, ils s'enfonçaient par leur propre poids : à la lagune d'Avrankou, le remblai ne devint définitivement stable que lorsque ses matériaux atteignirent une profondeur de 27 mètres (1).

En général, le colmatage du système lagunaire se poursuit d'une façon continue, mais procédant par des saccades correspondant aux crues annuelles des rivières. La seule entrave appréciable apportée au colmatage du lac Nokoué est l'ouverture de la communication à Cotonou.

COMMUNICATIONS AVEC LA MER

En deux points seulement du littoral dahoméen, le système

1. Renseignement communiqué par M. le Commandant Sou.

lagunaire communique, irrégulièrement du reste, avec la mer : à Cotonou et près de Grand-Popo.

On sait que le lac Nokoué se continue au sud par un chenal qui va jusqu'à Cotonou. Mais ce chenal ne se déverse pas dans la mer, car il en est séparé par un isthme de sable très étroit.

Plusieurs années de suite, les eaux du lac Nokoué et du chenal de Cotonou s'élèvent peu à peu, en même temps que se retrécit l'isthme (1). Puis au bout d'un certain temps, qui est variable (2), l'isthme est emporté à la fin d'une saison de pluies et la communication avec la mer est établie. Alors le trop plein du lac Nokoué se vide, le courant vers la mer s'arrête, et celle-ci, dont le travail d'édification se poursuit sans cesse, répare la brèche faite dans le cordon littoral, supprimant de nouveau la communication pour plusieurs années. Au moment de la rupture du cordon littoral, il est évident que le courant déplace la vase accumulée dans le lac, et en entraîne une partie. C'est la seule cause de retard apportée au comblement de ce lac, encore faut-il remarquer qu'elle est faible.

La seconde communication, près de Grand-Popo, est celle qu'on appelle la Bouche du Roi. Elle est permanente, mais son emplacement est soumis à des variations constantes.

Au début de 1906, la Bouche du Roi était à environ 6 kilomètres à l'est de Grand-Popo. Elle était formée par un chenal orienté N-S et ayant 300 mètres de longueur, avec une profondeur ne dépassant 2 mètres que dans la partie voisine de la rive orientale.

Les deux berges de la Bouche du Roi sont différentes. Les vents dominants, venant du S-W, ont une tendance à former de petites dunes. Celles-ci peuvent s'établir sur la rive orientale, qui par conséquent sera à pente douce ; tandis que sur la rive occidentale l'amas de sable est constamment rongé à sa base par le

1. Au début de 1906, la largeur de l'isthme n'était que de 46 mètres.

2. On a constaté que la communication s'était établie en 1886-87, en 1893 et en 1900. Il semblait donc que le phénomène se reproduisait à des périodes égales. Mais on ne l'a pas constaté en 1907. Par conséquent il serait pour le moment prématuré de vouloir en exprimer la régularité. Du reste, comme on l'a vu, les années de fortes pluies, qui doivent être des années de fortes crues, ne se reproduisant pas à des intervalles réguliers.

née à elle-même prend, dès l'entrée du chenal, une vitesse de 3 à 4 kilomètres à l'heure.

Les variations de position de la Bouche du Roi étaient déjà signalées il y a une cinquantaine d'années. D'après les renseignements que j'ai recueillis sur place, le processus de ces variations serait le suivant. Par suite des apports successifs de la mer, la brèche du cordon littoral se referme peu à peu, comme celle de Cotonou. Mais à mesure que la passe s'obstrue, les eaux de la lagune ne trouvent plus d'issue suffisante. Elles attaquent alors un autre point du cordon littoral et forment un petit golfe. Celui-ci s'étend rapidement et lorsque l'épaisseur du cordon littoral devient insuffisante, l'action dévastatrice de la mer venant s'ajouter à celle des eaux de la lagune, la communication s'établit brusquement. La trace de ces brèches successives demeure très nettement visible pendant un certain temps du côté de la lagune, où les petits golfes ne se comblent que lentement (Fig. 23).

La passe de 1905 se trouvait, par rapport à celle de 1906, à 2.500 mètres à l'ouest ; celle de 1904 à 4.500 mètres à l'ouest ; celle de 1903 à 1 kilomètre à l'est (1). On en compte encore un certain nombre d'autres, de formation plus ancienne, quelques-unes au voisinage et même à l'intérieur de Grand-Popo.

L'ouverture de ces communications, aussi bien à Grand-Popo qu'à Cotonou, constitue un véritable danger pour les populations. À Cotonou les variations sont très limitées et cependant des constructions ont été déjà emportées. En ce qui concerne la région de Grand-Popo, les habitants savent prévenir le danger en amarrant un petit chenal artificiel dès qu'il se crée un golfe dans la lagune.

La brusquerie avec laquelle se produisent ces ouvertures semble indiquer que la mer joue un rôle important dans leur production. Il semblerait que le comblement d'une communication soit accompagné d'un redoublement d'activité dévastatrice marine dans les points voisins. Par contre, il est évident que dès qu'une brèche a été faite, le courant de la lagune apporte des matériaux qui font

1. Renseignements manuscrits communiqués par M. l'Administrateur du Cercle de Mono.

reculer la mer et limitent provisoirement son action dévastatrice.

Le petit nombre des communications du système lagunaire avec la mer est à noter d'une façon toute spéciale. Les ouvertures qui ont été signalées ne sont pas cependant les seules qui permettent l'écoulement des eaux du Dahomey. Il faut encore noter celles de Petit-Popo (Togo) et de Lagos (Nigeria), cette dernière très importante.



Cliché H. Hubert.

BANC CALCAIRE dans le lit du Mono, près Missiniconджи.



Cliché H. Hubert.

RAPIDE D'ADJARALA (Mono).
Gneiss orientés parallèlement au fleuve.

VIII

ACTIONS PHYSIOLOGIQUES

L'objet de ce chapitre est d'indiquer quelques phénomènes pouvant intéresser la géomorphogénie à un titre quelconque et dont la manifestation est due principalement à l'action ou à la présence d'organismes vivants.

§ 1

FORMATIONS CHARBONNEUSES

M. Homassel, Administrateur du Cercle du Mono, a bien voulu me signaler l'existence de formations charbonneuses à 200 mètres de la rive nord du fleuve, en face Honsouhoué (Fig. 23).

Une excavation de 2 m. 50 environ, profondeur à laquelle on atteint le niveau hydrostatique, montre trois couches horizontales successives qui sont, de haut en bas :

3) Sable fin sur une épaisseur de 2 mètres environ. Ce sable, en couches inégales, avec des éléments sensiblement plus gros à la base de chacune d'elles, indique bien un dépôt de fleuve. Il est légèrement rougeâtre par endroits, par suite de l'oxydation partielle d'éléments ferrugineux ;

2) Masse très noire, ayant la consistance d'une terre compacte et desséchée (épaisseur 10 à 20 centimètres). Cette masse, qui dégage une odeur forte d'hydrocarbures, est constituée par des matières végétales entièrement décomposées et dont il est impossible de retrouver la structure primitive ;

1) Masse grise également formée de matières végétales (feuilles et racines surtout) comprimées fortement mais dont la décomposition est beaucoup moins complète. Cette masse, dans laquelle on reconnaît parfaitement les organes végétaux, a la consistance de l'argile : on peut aisément l'entamer et la débiter avec une bêche. A mesure qu'on s'enfonce, la décomposition est moins avancée, et on trouve des fragments de troncs de palmier dont la matière cellulosique, demeurée seule, est à peu près intacte. Cette troisième couche mesure environ 35 centimètres.

Au-dessous enfin, on ne trouve plus qu'une vase analogue à celle de la lagune, avec des coquillages actuels.

Cette formation charbonneuse, très incomplète on le voit, est facile à expliquer. Des arbres croissant sur les bords du bas fleuve (ce sont des palmiers surtout) sont, nous l'avons vu, assez fré-

quement déracinés, puis emportés par le courant. Mais ils ne tardent pas à être arrêtés par un obstacle ou par un coude du fleuve et bientôt les sables les recouvrent. Ils subissent alors des phénomènes de décomposition, mais non de putréfaction. Ces phénomènes, dus évidemment à des actions microbiennes, sont marqués par la disparition des matières albuminoïdes, tandis que la cellulose se transforme lentement en charbon (1). La décomposition se poursuit avec beaucoup plus de rapidité au contact du sable que dans l'argile, comme on le voit en face de Honsouhoué. Une telle différence est normale puisque par sa nature, l'argile compacte doit faire obstacle au développement des colonies microbiennes.

Les observations consignées dans ce paragraphe ont l'avantage de fournir une démonstration expérimentale de théories exposées au sujet de la formation de la houille.

Tout d'abord les couches successives de matières charbonneuses sont bien dues aux actions torrentielles d'un cours d'eau, comme la nature des dépôts encaissants le prouve surabondamment.

Jusqu'à présent, à ma connaissance, des décompositions identiques à celles que j'ai observées au Dahomey n'ont pas été signalées dans nos régions. On est donc amené à penser que la température ambiante joue un grand rôle dans l'évolution des phénomènes étudiés, et comme elle n'a pu jouer ce rôle directement, il faut admettre qu'elle agit en favorisant le développement des microorganismes qui produisent des formations charbonneuses.

Mais on remarquera que la flore du Bas-Dahomey offre précisément avec la flore carboniférienne cette analogie de se développer dans un climat chaud. On est donc amené à rapporter la formation de la houille et celle des couches charbonneuses signalées précédemment à l'action de bactéries travaillant d'une façon identique et exigeant des conditions de milieu analogues.

4. L'examen sur place des échantillons de Missinicondji est particulièrement avantageux pour expliquer la genèse des formations charbonneuses, parce que souvent les échantillons ne sont pas entièrement enfouis dans le sable; alors la partie demeurée à l'air se détruit rapidement par putréfaction tandis que la partie enterrée se transforme lentement en charbon.

FORMATIONS LATÉRITIQUES

Dans la description des formations résultant de la décomposition des roches au Dahomey, j'ai évité de me servir du mot latérite, dont le sens a plusieurs fois varié depuis son apparition.

Pour Buchanan (1), le premier auteur qui ait employé l'expression de latérite (de *later*, brique), celle-ci est un produit rouge, poreux, semblable à la brique, elle résulte de la décomposition des roches volcaniques dans l'Inde.

Dans un premier mémoire relatif à la question, M. Max Bauer (2) a d'abord désigné sous le nom de latérite la formation superficielle caractérisée par la présence d'hydrate d'alumine : cet élément provenant de la décomposition de roches alumineuses. Pour cet auteur, la concentration du fer contenu originellement dans ces roches ne suffit pas pour caractériser une latérite.

Dans un second mémoire (3), très récent, le même auteur, après avoir montré que la latérite — caractérisée par la présence d'hydrate d'alumine — pouvait se former aux dépens de toutes les roches alumineuses, ajoute : « *la latéritisation ne conduit pas toujours à la formation exclusive d'alumine comme produit final du processus de transformation, mais conduit, à côté et même à sa place, à la formation de kaolin et d'autres hydrosilicates d'alumine qui alors accompagnent ou remplacent l'hydroxyde* ». Et l'opinion de M. Max Bauer trouve sa meilleure interprétation dans

1. Buchanan, *loc. cit.*

2. M. Bauer, *Beiträge z. Geol. d. Seychellen*, in N. Jah. für Min. p. 163, 1898.

3. M. Bauer, *Beitrag z. Kenntn. des Laterits, etc.*, in Neu. Jahr f. Min., p. 86, 1907.

la définition de M. H. Warth : « Laterit is bauxite in various degrees of purity, from the richest « wocheinite » down to such specimens in which the free alumina has entirely disappeared » (1).

Enfin M. G. C. Du Bois (2) désigne sous le nom de latérites des formations superficielles diverses provenant de la décomposition des roches dans les pays tropicaux. D'après cet auteur, il y a toujours, dans les latérites qu'il a étudiées, de l'oxyde de fer *ou* de l'hydrate d'alumine, mais l'un de ces deux produits peut ne pas exister.

Dans ces conditions, les dépôts désignés ici sous les noms de conglomérat ferrugineux, terre de barre, fer pisolithique, bauxite pisolithique sont des latérites dans le sens le plus large du mot. Mais comme on l'a vu, la bauxite pisolithique seule correspond à la latérite caractérisée par l'hydrate d'alumine.

En ce qui concerne le conglomérat ferrugineux, lorsqu'il est formé en place aux dépens d'une roche éruptive, il correspond, dans la classification de M. Du Bois, à une latérite éluviale superficielle (Oberflächenlaterit). Il peut en être de même pour le fer pisolithique.

Quant au conglomérat ferrugineux formé aux dépens de roches sédimentaires, par cimentation des éléments par de l'hydrate de fer apporté par les eaux superficielles, il correspond — imparfaitement d'ailleurs — à la « croûte superficielle de protection » (epachorische Schutzrinde, Du Bois).

Enfin, la terre de barre est bien une latérite alluviale, sauf quant à sa composition chimique.

Nulle part au Dahomey je n'ai rencontré de produit de décomposition ayant conservé la structure originelle de la roche et dans lequel il soit possible de constater, par un examen microscopique, la présence d'hydrate d'alumine, comme cela a été signalé en Guinée par exemple (3). En outre, le type de latérite de transport, caractérisée par la présence d'hydrate d'alumine libre, est certainement exceptionnel au Dahomey. Mais il n'en demeure pas

1. H. Warth. *Geol. Mag.*, p. 459, 1903 in M. Bauer, *loc. cit.*

2. G. C. Du Bois, *loc. cit.*

3. A. Lacroix, *Les roches éruptives basiques de la Guinée française*, in *Comp. Rend. Ac. Sc. CXL.*, pp. 410-413. 1905.

moins vrai que, dans cette colonie, les roches subissent une décomposition particulière, analogue à celle déjà signalée pour la plupart des pays tropicaux. Il peut être bon de conserver à ce mode d'altération typique le nom de décomposition latéritique.

Par suite il y aurait intérêt à reprendre le nom de latérite avec le sens vague qu'il avait primitivement, comme synonyme de « résultat de la décomposition des roches silico-alumineuses dans les pays tropicaux humides (1) ». En effet, le dernier mémoire de M. Max Bauer montre qu'il n'y a pas une composition chimique déterminée caractérisant les latérites, puisque celles-ci peuvent ne pas contenir d'hydrate d'alumine. D'autre part, suivant les pays étudiés, les différents auteurs ont appliqué le nom de latérite à des roches très différentes. Seul le mode formation paraît caractéristique. Si c'est ce mode de formation qu'on traduit par le mot de latérite, il est naturel de donner à celui-ci un sens très général, quitte à ajouter une épithète pour chaque cas particulier.

Une telle décomposition est favorisée tout d'abord par l'humidité et par le climat, ces deux facteurs agissant simultanément. En effet on connaît dans la zone tempérée des pays recevant une quantité d'eau supérieure à celle qui tombe au Dahomey, et possédant un état hygrométrique plus élevé, sans que pour cela il y ait décomposition latéritique. De même, les roches des régions désertiques, où la température est supérieure à celle de la colonie, ne sont pas affectées par ce mode de décomposition.

On a invoqué (2) l'influence des produits en dissolution dans les eaux météoriques. Sans nier l'action possible de l'acide azotique contenu dans les pluies, elle ne saurait expliquer pourquoi sur un espace très limité, la même roche, dans des conditions rigoureusement identiques se transforme en arène, ou bien en conglomérat ferrugineux, ou bien ne s'altère pas. De plus, cette théorie à l'inconvénient de faire intervenir l'activité des termites, ce qui n'est pas applicable au Dahomey : car là où les termites sont nombreux il n'y a souvent pas décomposition latéritique.

1. A. Lacroix. *Résultats min. et geol. de récentes expl. dans l'A. O. F.*, p. 15, 1905.

2. Passarge *loc. cit.*

Seule la théorie de M. T.-H. Holland (1), faisant intervenir l'action des bactéries, permettrait d'expliquer les anomalies précédentes. Si, dans l'Inde, la décomposition latéritique est imputable à une telle action, il est très vraisemblable qu'il en soit de même au Dahomey par exemple, qui jouit d'un climat identique. Et l'on comprend très bien que des conditions particulières de température et d'humidité doivent être réalisées à la fois pour le développement de ces microorganismes.

D'autre part, le processus indiqué par M. Holland est le seul qui permette de comprendre pourquoi la décomposition latéritique a lieu, sur une même roche, à un point plutôt qu'à un autre ; et pourquoi on ne l'observe jamais se produisant d'une façon égale en surface, mais se développant en taches de plus en plus étendues.

Enfin l'action des bactéries expliquerait encore pourquoi au nord de l'Atacora — où les variations de température sont fort sensibles, et par conséquent préjudiciables au développement de certains microorganismes — la décomposition latéritique se produit d'une façon extrêmement capricieuse, ce qu'aucune cause apparente ne vient justifier (2).

Bien entendu il reste à démontrer expérimentalement dans quelle mesure la décomposition latéritique due à l'action des bactéries est applicable au Dahomey.

La profondeur jusqu'à laquelle la décomposition latéritique est susceptible de se produire est considérable. Certaines hauteurs, qui atteignent 30 mètres au-dessus du sol, sont entièrement transformées en conglomérat ferrugineux.

Le niveau de décomposition latéritique n'est certainement pas en rapport avec le niveau hydrostatique ; il est beaucoup plus haut, comme on peut s'en convaincre en presque tous les points.

1. T.-H. Holland, *loc. cit.*

2. Cette influence de la latitude est précisément identique à celle de l'altitude, signalée par M. Holland.

§ 3

FORMATION D'AZOTATES

On m'a signalé, d'une façon imprécise, un certain nombre de points où il se déposerait sur le sol un sel que les ruminants sauvages et domestiques viendraient lécher. Le sel en question serait un azotate, à Djaloucou notamment. Grâce aux indications que M. Michaut m'a obligeamment fournies, j'ai pu retrouver un gisement analogue à Youri, sur les bords du Niger. En ce point affleure un gneiss kaolinisé traversé de quelques filons de quartz brisés, et contenant des enclaves d'un autre gneiss, rubané et également décomposé. La surface que les bœufs viennent lécher, et qui ne présente aucun caractère spécial, a tout au plus quelques mètres carrés. La partie superficielle de la roche a effectivement un goût salé.

Les essais microchimiques donnent très nettement la réaction de l'acide azotique et de la soude. On se trouverait donc ici en présence de natronitre (Na AzO^3) analogue à celui qui se forme en si grande abondance dans l'Amérique du Sud.

On sait depuis fort longtemps que dans les pays chauds les azotates apparaissent à la surface du sol, après la saison des pluies. La constitution du substratum est sans doute assez indifférente, on n'assiste vraisemblablement qu'à une transformation de matières organiques par des bactéries nitrifiantes.

§ 4

FORMATION DE SOUFRE

M. le Gouverneur Liotard a bien voulu me faire connaître l'existence d'un gisement de soufre qui lui avait été signalé dans le Cercle du Mono. Ce gisement se trouve à environ 1.500 mètres du village d'Adjaha, à proximité d'un marigot qui traverse le sentier de Povedji. Il est recouvert par les eaux à la saison des pluies. Une excavation, creusée en ce point, atteint le niveau hydrostatique à 1 m. 60 de profondeur. On y trouve successivement les formations suivantes :

3) Mélange de sable et d'argile (0 m. 30) déposé par les eaux superficielles.

2) Argile grise traversé de petits filonnets de soufre concrétionné. Ces petits filonnets, très aplatis, s'anastomosent fréquemment (0 m. 25) (1).

1) Argile de plus en plus compacte, bleue, sorte de glaise.

Lorsqu'on creuse, on perçoit une odeur d'anhydride sulfureux très caractérisée, même avant d'avoir atteint la seconde couche. Cette seconde couche possède une température bien supérieure à celle de la surface, parfaitement appréciable au contact de la main ; sans doute due à des causes superficielles.

La seule hypothèse plausible relativement à la formation de ce soufre est la réduction, par des fermentations, des matières organiques des sulfates d'origine marine qui ont été incorporés à l'argile et qui ont pu se réunir en minces couches par un phénomène de concentration moléculaire. Cette décomposition chimique est fréquente dans un grand nombre de terrains sédimentaires.

1. Les indigènes m'ont affirmé avoir trouvé en ce lieu des morceaux de soufre volumineux (gros du poing).

PHOSPHORESCENCE

Il faut rattacher à l'action des bactéries, peut-être aussi à celle d'infusoires, la production presque constante de phosphorescence au bord de la mer et dans certaines lagunes. Ces phénomènes sont particulièrement nets à Bopa (lac Ahé) pendant la saison sèche, époque où la salure des eaux est très forte. Cette phosphorescence se produit surtout aux endroits où l'eau est agitée, par suite de la plus grande intensité des phénomènes d'oxydation.

ACTIONS DES ANIMAUX

Termitières. — L'influence des termites, bien que négligeable, n'est cependant pas nulle. Elle a surtout pour effet d'annuler en bien des points la formation d'humus, puisque ces animaux dévorent une quantité prodigieuse de substances végétales non vivantes.

L'activité des termites semble d'autant plus considérable qu'on s'éloigne davantage de la côte : elle est très préjudiciable pour les Européens dans les postes de Niamey, de Say et du Gourma.

Les termitières intéressent une forte épaisseur du terrain à en juger par leur appareil aérien, formé d'éléments argileux et sableux extraits de la profondeur.

On distingue deux types différents de termitières. Au sud du 10^e parallèle, elles sont formées par une argile rouge affectant une forme conique, avec des sortes de cannelures, de colonnettes ; leur hauteur dépasse parfois 4 mètres.

Au nord du 10^e parallèle, l'argile qui les constitue est toujours grisâtre. Leur forme est celle d'un champignon à chapeau et elles n'ont jamais plus de 50 centimètres.

Les termitières fournissent quelques indications sur la composition du sol à une certaine profondeur puisqu'elles sont formées de matériaux qu'on ne pourrait parfois atteindre qu'en faisant d'importantes tranchées.

LIVRE DEUXIÈME

Géologie.

GÉOLOGIE DESCRIPTIVE

La géologie du Dahomey est à la fois remarquable par sa simplicité dans les grandes lignes et sa complication dans le détail. Chacune des différentes formations occupe des étendues très vastes, de plus, dans deux formations voisines, la constitution du sous-sol offre un contraste violent et se traduit par une topographie originale distincte.

Il est donc relativement aisé d'indiquer les grandes régions géologiques et d'en connaître les limites. Mais, par contre, l'absence de documents paléontologiques pour les terrains sédimentaires et la très grande variété des roches métamorphiques rendent trop souvent infructueuses les recherches de détail dans un pays dont on connaît encore mal la géographie.

C'est pourquoi, dans chaque région, l'impossibilité de limiter avec précision des formations légèrement différentes ou de fermer certaines courbes m'obligera à accumuler les observations, afin que celles-ci puissent être utilisées et complétées dans la suite.

Les itinéraires projetés étaient très suffisants pour faire connaître le canevas géologique de la colonie. Bien que j'aie dû abandonner la dernière partie de l'un d'entre eux, je puis considérer comme connue la nature des terrains non parcourus, lorsqu'ils se trouvent inscrits dans un polygone dont le périmètre lui-même est entièrement connu, à condition toutefois que la topographie de l'intérieur soit conforme à celle de la périphérie.

Je crois, en effet, que le modelé de certaines régions est suffisamment caractéristique pour donner des indications géologiques précises. C'est ainsi que lors de mon retour du nord, en gravissant très fréquemment les sommets, je pouvais, dans certaines régions,

reconnaître sans hésitation, d'après le relief, la nature générale du terrain que j'allais parcourir dans la ou les journées suivantes.

Quoi qu'il en soit, lorsqu'il s'agira d'une région non traversée, je le mentionnerai d'une façon expresse, en me bornant à formuler des hypothèses.

Tous les itinéraires ne seront pas décrits minutieusement, ce qui eût donné un développement exagéré à cette partie de mon travail. Les observations faites sont, au contraire, groupées dans des chapitres qui se rapportent chacun à une vaste étendue de territoires caractérisés par des formations analogues.

Je ne me dissimule pas cependant que la description de chacune des régions possédant souvent une constitution géologique très semblable est singulièrement aride. Mais c'est un travail qui n'a jamais été fait et qu'il importe d'établir avant d'essayer de discuter les questions d'ordre général. C'est, d'autre part, le seul moyen de contrôle des observations que j'ai pu faire ; enfin et surtout il a pour objet de favoriser les recherches ultérieures.



Cliché H. Hubert.

Marmites de géants et cascade au rapide d'Adjarala (fleuve Mono).
Hauteur : 4 m.



Cliché H. Hubert.

Marmites de géants au rapide d'Adjarala (fleuve Mono).

IX

LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DE LA RÉGION COTIÈRE

§ 1

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Comme on le verra par la suite, les formations sédimentaires au sud du parallèle d'Abomey appartiennent bien à une région naturelle distincte, limitée : au nord, par la bordure septentrionale de la zone marécageuse qui comprend le pays des Hollis, la Lama et le pays des Tchis, et, entre le Couffo et le Mono, par une ligne irrégulière enserrant le pays des Dobos ; — à l'est et à l'ouest, elle se prolonge fort au delà des frontières de la colonie.

Elle est caractérisée par la présence, sur la plus grande partie de sa surface, de la terre de barre, dont l'épaisseur est telle qu'il est absolument impossible de connaître la nature des couches sous-jacentes. Sauf au nord et au sud, les formations qui affleurent dans cette région sont continentales.

§ 2

LA COTE ET SES DÉPENDANCES IMMÉDIATES

Je désigne ainsi l'ensemble des formations contemporaines dont le développement se poursuit rapidement sous nos yeux et qui occupent, en surface, le cordon littoral, le système lagunaire et le lit majeur du cours inférieur des grands fleuves. J'ai donné déjà beaucoup de détails sur tous ces points, je me bornerai donc ici à quelques indications complémentaires.

ALLUVIONS LITTORALES

Ce sont les apports de la mer (sable) et des fleuves au delà de leur embouchure (vase).

Les sables marins déterminent l'établissement du cordon littoral, dont la largeur est rapidement augmentée par l'adjonction des apports des fleuves ; les vases surtout tapissent le fond des lagunes et la zone marécageuse avoisinante. Cette dernière, recouverte normalement d'une très faible quantité d'eau, avec quelques dépressions accentuées, peut s'étendre très loin dans l'intérieur. En dehors du delta de l'Ouémé, qu'elle occupe en entier, elle est surtout développée au sud du lac Ahé (où elle atteint 10 kilomètres de large) à partir de Guézin.

La vase est composée d'argile (avec une proportion de sable généralement très faible) et de matières organiques. On a vu celles-ci se transformer en charbon près de Grand-Popo. Un gisement de même nature, mais de moindre importance, se trouve à Adjaha, au bord de la lagune, et il est probable qu'il en existe beaucoup d'autres. A Guézin, la présence des matières orga-

niques dans les eaux du lac produit un dégagement d'hydrogène sulfuré. Ce fait est à rapprocher de l'existence du gisement de soufre d'Adjaha.

La végétation est abondante sur les lagunes où elle rend parfois impossible à saisir la limite de la terre ferme. Elle est surtout représentée par des roseaux et des palétuviers. Les dépôts successifs qui se forment le long des tiges de ces dernières plantes sont un précieux moyen de connaître les variations de niveau des lagunes s'enfonçant dans l'intérieur. On sait ainsi que les variations de niveau dans la lagune d'Adjaha sont d'environ un mètre entre deux saisons.

La largeur des lagunes est évidemment très variable. Celle de Porto-Novo atteint 7.500 mètres au point où débouche la branche septentrionale de l'Ouémé, mais ce cas est exceptionnel : la largeur moyenne est de quelques centaines de mètres pour les lagunes parallèles à la côte. Quant aux lagunes de l'intérieur elles se rétrécissent très rapidement dès qu'on s'éloigne du littoral.

On a déjà vu plus haut la formation d'un grès grossier, dans la lagune, entre Ouidah et Grand-Popo, à Nigohoué et au voisinage d'Agogo. Bien que son ciment soit argileux, ce grès est assez résistant. Il forme une couche d'environ 8 centimètres d'épaisseur, au-dessous de laquelle on retrouve le sable du fond de la lagune. A marée basse, il affleure à la surface de l'eau. De nombreux mollusques se développent à sa surface.

Parmi les alluvions littorales, je crois devoir comprendre celles qui forment les bords de la partie méridionale du lac Ahé, tapissés le plus souvent de vases très fines provenant du Couffo et déposées faute d'un courant suffisant pour les entraîner à la mer. De Zounta à Guézin, on trouve presque constamment des marécages, séparés par des étendues sableuses plus ou moins considérables, notamment au voisinage de Hueyogboué.

Le lac Ahé se déverse dans la lagune de Grand-Popo par un chenal, l'Aho, qui, à Nazoumé, mesure de 100 à 150 mètres de large. En ce point seulement et plus au nord, la rive orientale de ce chenal s'élève assez rapidement : elle est marquée par la présence de la terre de barre et du sable qui en provient par les-

sivage. Quant à la rive occidentale, elle appartient à la zone marécageuse du système lagunaire.

ALLUVIONS FLUVIATILES

Ce sont celles que les fleuves ont laissées de part et d'autre de leurs rives après chaque crue. Il est évident que ces dépôts n'existent pas seulement dans la région qui nous occupe, mais il n'y a que là où ils soient étendus et puissants (1). C'est notamment le cas pour le delta de l'Ouémé, pour le Mono au sud d'Alovicoté, et pour le bas Couffo.

A) Delta de l'Ouémé.

Le delta de l'Ouémé occupe tout le fond d'un ancien golfe marin dont le lac Nokoué représente aujourd'hui le dernier vestige. Il commence vers Dogba. A partir d'Adjohon, la falaise qui bordait la rive gauche s'en écarte rapidement, tandis que, vers l'ouest, la plaine s'étend au delà du Sô. Le delta proprement dit est inondé aux hautes eaux, sauf en quelques points très localisés, comme Kyésounou, par exemple. D'une manière générale, l'épaisseur des alluvions diminue à mesure qu'on progresse en aval ; elles dominent très peu le niveau des basses eaux et forment le bourrelet caractéristique des dépôts argileux de fleuve. Les points les plus élevés au-dessus des basses eaux sont : la rive droite à Kyésounou (1 mètre) et à Affabodji (plus d'un mètre) ; la rive gauche à 1 kil. en aval d'Affabodji (quelques mètres). Au point où se divise l'artère principale, immédiatement avant de se jeter dans la lagune de Porto-Novo, la berge la plus élevée ne domine les basses eaux que de 0 m. 50 à peine.

Les variations de niveau du fleuve, indiquées à la hauteur d'Affabodji par les pilotis et les érosions des rives surélevées, dépassent certainement un mètre.

1. Il ne s'agit ici que des fleuves côtiers. Le Niger et le bassin de la Volta seront étudiés dans un autre chapitre.

B) Cours du bas Mono.

La nature des alluvions du bas Mono est plus variée. Jusqu'à Adinacondji, ce sont des argiles, identiques à celles que le fleuve a amenées dans les lagunes ; puis, en amont, ce sont des argiles et des sables, souvent superposés, ces derniers étant, d'une manière générale, d'autant plus abondants qu'on s'avance davantage vers le nord.

EMBOUCHURE A ATHIÉMÉ

Le lit du fleuve est établi dans ces alluvions, qui forment des rives escarpées depuis l'embouchure jusqu'à Adinacondji ; puis, en amont, la rive concave seule est toujours abrupte : des flèches de sable venant se coller contre la rive convexe. La hauteur de ces berges au-dessus des basses eaux augmente régulièrement à partir de l'embouchure (0 m. 60) jusqu'à Adinacondji (4 m.), après quoi elle est variable, mais atteint très fréquemment le dernier de ces deux chiffres, sans le dépasser notablement toutefois.



Fig. 24. — Alluvions formant les berges du Mono en aval d'Athiémé.

Les variations de niveau du fleuve sont très importantes. Elles sont de 0 m. 50 à 1 mètre vers l'embouchure, et fréquemment de 3 mètres à la hauteur d'Athiémé.

Galo est le seul point, entre la lagune et Adinacondji, où la berge ne soit pas exclusivement argileuse. On y trouve, sous une épaisseur de terre végétale d'environ 0 m. 50, une succession, sur 2 mètres, de couches successives d'argile compacte rougeâtre et de sables argileux qui plongent régulièrement vers le sud. Des formations analogues, mais beaucoup mieux développées, se trouvent à Athiémé.

Le gisement le plus typique de cette dernière localité est celui qui se déploie, pendant 300 mètres, immédiatement en aval du Poste. On y trouve les couches suivantes (Fig. 24) :

6. Argile superficielle.

5. Argile craquelée.

Sables torrentiels { 4. éléments fins.
3. gros éléments.

1-2. Argiles sablonneuses.

6) Argile formant des couches horizontales de coloration différente. Ce dépôt correspond au régime actuel du fleuve ; son épaisseur est variable, mais est peu différente pour les points voisins.

5) Argile d'un brun foncé, se craquelant par retrait pendant la saison sèche. Cette couche, beaucoup plus ancienne que la précédente, a une allure très sinueuse. A Athiémé elle présente des différences de niveau de quatre mètres pour des points très voisins. Son épaisseur est très variable (quelques centimètres à 2 mètres).

Les autres couches n'existent qu'accessoirement, ce sont :

4) Lits successifs de sable fin à stratification entrecroisée : chacun d'eux offrant des variations d'épaisseur très notables, et affectant souvent l'allure de lentilles. Leur ligne de contact est toujours sinueuse et finit en pente très douce. L'ensemble des caractères de ce dépôt indique un régime du fleuve où les crues, bien que fortes, n'étaient pas très violentes.

3) Il en est autrement pour la couche inférieure formée, elle aussi, de sable, mais à éléments notablement plus gros. On y trouve tous les éléments des roches acides avec des cailloux roulés de quartz et de limonite. Dans la partie inférieure, les éléments de ce dépôt tendent à se cimenter pour former un grès. La stratification est également entrecroisée, mais dans chaque lit les matériaux de chaque crue sont déposés suivant des directions rectilignes, et le contact entre deux lits successifs se fait suivant une ligne droite. Ce dépôt correspond à un régime de crues violentes.

Les formations sablonneuses sont réparties très inégalement. On ne les trouve, sur les rives du fleuve, qu'aux points où les couches 6 et 5 ont laissé un grand intervalle entre elles, par suite des inflexions de cette dernière.

2) Mélange d'argile et de sable rouge en couches superposées.

surmontant immédiatement la couche 5, dont elle épouse assez bien les contours. Rencontrée accidentellement.

1) Formation identique à la précédente, mais disposée au-dessous de la couche 5. Elle est composée de lits rectilignes et généralement horizontaux. En un point où la couche 5 forme une voûte accentuée, ces lits sont fortement redressés et viennent buter en stratification discordante contre les argiles craquelées. (Pl. XX, 2.)

On ne trouve à la fois toutes ces assises qu'à Athiémé; la couche 5, en raison de sa continuité, est la plus intéressante d'entre elles (1). Il ne semble pas que ses brusques variations d'allure puissent s'expliquer par l'inégalité du sol préexistant. Il faut faire entrer en ligne de compte des déplacements verticaux, attestés par le redressement anormal de certains dépôts (couche 1) ou par l'écartement en éventail de lits de sable primitivement parallèles (couche 3).

En dehors d'Athiémé, les localités où les brusques variations de niveau de la couche 5 se manifestent sont peu nombreuses. Il faut citer : Topli, où l'on constate, en outre, une allure légèrement discordante des assises inférieures ; Médenta, sur les deux rives du fleuve ; enfin Alovicoté, où la couche d'argile brune forme une courbe, concave vers le haut, contre la branche montante de laquelle viennent buter les strates horizontales d'une argile rouge à lits de gravier.

L'étendue de la couche superficielle (6) est fort variable et dépend surtout du relief. D'une manière générale elle couvre une superficie plus vaste en aval qu'en amont, et à l'ouest qu'à l'est : la berge allemande étant souvent moins élevée. On la rencontre, de part et d'autre du fleuve, sur plusieurs kilomètres : au voisinage de l'embouchure ; à Athiémé (Athiémé à Sazoé Sota) et à Alovicoté (sur trois kilomètres environ). Elle forme un revêtement continu sur chaque rive, plus épais au bord du fleuve et dans les dépressions importantes.

1. En de nombreux points du sud de la colonie, le sol est tapissé d'une argile noire craquelée analogue à celle qui nous intéresse ici. Mais ce sont là des formations différentes. La couche 5 n'affleure jamais ; elle ne se présente qu'en coupe sur les berges du Mono, et recouverte d'alluvions plus récentes.

Celles-ci, où les eaux demeurent longuement après la saison des pluies, ont parfois plusieurs kilomètres carrés (Athiémé à Dequénou, Athiémé à Djonougui, etc.). Leur trop-plein se déverse dans le fleuve par des marigots larges, assez profonds, mais sans pente appréciable, et toujours tapissés d'argile. Les marigots sont surtout nombreux entre Athiémé et Vodomé. L'un d'eux, à la hauteur de ce dernier village, fait communiquer le Mono et la rivière Sazué (1).

Ayant indiqué les caractères des alluvions dans la région d'Athiémé, je noterai simplement les points les plus intéressants entre Athiémé et Alovicoté.

ATHIÉMÉ A AHO

Au tiers du chemin, la berge allemande, à pic, montre les dépôts de sable rougeâtre rendus compacts par la présence d'un ciment argileux et sillonnés par des facules de sable argileux blanchâtre, ce qui leur donne l'aspect de la terre de barre dans certaines régions (Porto-Novo).

A mi-chemin on voit un affleurement de grès grossier aux éléments présentant une stratification entrecroisée, et formé dans le lit du fleuve aux dépens des dépôts de sable. Aux $\frac{2}{3}$ du chemin, il existe encore un grès de même origine, moins abondant.

A Aho, les dépôts de sables torrentiels sont nombreux ; certaines couches sont isolées par une faible épaisseur d'argile brunâtre très fine. Ces sables se rencontrent encore dans l'intérieur, à Dequénou ; on les trouve à partir d'un mètre de profondeur, identiques à ceux de la couche 3 (épaisseur deux mètres) ; au-dessous ils deviennent compacts et passent au grès.

EN AMONT D'AH0

A 6 kilomètres en amont de cette localité, un coude brusque du fleuve permet d'apercevoir sur la rive allemande, à pic, un grès très résistant dû à la cohésion de dépôts sableux torrentiels

1. Je dois ce dernier renseignement à l'obligeance de M. le Capitaine Fourn.

identiques à ceux d'Athiémé (couche 3). Ce grès, dont l'épaisseur est d'environ 0 m. 50, est surmonté de sable rouge argileux (1 mètre) que domine l'argile noire superficielle (3 mètres).

En face de ce point, le lit du fleuve est encombré de bancs de sable importants, qui, aux basses eaux, divisent son cours en bras minuscules.

Un peu avant Missinicondji, on trouve dans le lit du fleuve des galets roulés de la grosseur d'un œuf. On les rencontre encore, plus abondants, à 3 kilomètres en amont de Médenta.

En dehors du gisement calcaire dont il sera question à la fin de ce chapitre, les berges du Mono, entre Missinicondji et Topli, laissent apercevoir encore : quelques dépôts sableux torrentiels (couche 3) (Nagonocondji) ; — de puissantes lentilles d'un sable rouge argileux et caverneux, analogue à celui rencontré à 6 kil. d'Aho (Missinicondji) ; — de l'argile jaune et des grès (3 kil. en amont de Moussou Condji).

Ainsi les alluvions fluviales sont ou des argiles peu différentes d'aspect ou des dépôts sableux torrentiels (couche 3) très développés, aux dépens desquels, exclusivement, se sont formés les grès.

La variété des alluvions du Mono indique une succession de régimes différents. Ce que le fleuve a déblayé jusqu'à présent nous permet d'en reconnaître quatre principaux.

Le plus ancien de ces régimes, qui a déterminé le dépôt de la couche argileuse 1 apparaît comme un régime de crues régulières et moyennes, analogue au régime actuel. La mise au jour d'un trop petit nombre de gisements de ce dépôt laisse beaucoup d'incertitude sur la constance et la durée de ce régime.

Le fleuve eut ensuite un régime beaucoup plus tranquille encore, attesté par la présence de la couche d'argile craquelée (5) ; puis brusquement succéda le régime des dépôts torrentiels, violent au début (3), et plus calme pendant la seconde moitié de sa durée (4). Enfin s'est établi le régime actuel également tranquille, caractérisé par le dépôt, au delà des berges, d'un limon à éléments très fins.

Dans tous ces régimes, il y a eu certainement de nombreux

à-coups, ainsi que l'indiquent les variations de certains dépôts et le faible développement de certains autres. Le fleuve a aussi subi des variations dans son volume et dans son allure générale, et, tel que nous le voyons aujourd'hui, il est beaucoup plus calme, après avoir beaucoup allongé son parcours par des sinuosités nombreuses au milieu des alluvions déposées précédemment.

Toutes ces variations n'intéressent que la période actuelle. Il est curieux de noter qu'aucun de ces régimes n'a été marqué par le développement d'une faune aquatique locale dont il soit resté des vestiges. Les seules coquilles rencontrées appartiennent à des espèces actuellement vivantes (hétéries, moules) qu'on trouve au voisinage immédiat du banc calcaire de Missinicondji.

RÉGIONS DE LA TERRE DE BARRE

En arrière de la région côtière, on peut diviser le pays, au point de vue géologique, en plusieurs parties assez bien individualisées. Celles qui nous occuperont tout d'abord sont celles où la *terre de barre* a pris un développement remarquable : les pays d'Allada, de Porto-Novo et des Dobos.

RÉGION D'ALLADA

Au point de vue géologique, la région d'Allada comprend le cercle de ce nom et une partie des cercles du sud. Elle est limitée, à l'ouest, par le Couffo et le lac Ahé ; à l'est, par le Sô et l'Ouémé ; au sud, par la zone littorale ; au nord par la Lama. On n'y trouve qu'un épais manteau de *terre de barre* dont l'épaisseur est telle qu'il est impossible de connaître la nature des roches sous-jacentes. Ce n'est donc que d'une manière toute provisoire, en attendant le secours d'investigations poursuivies dans la profondeur, que cette expression « région de la terre de barre » doit être prise.

Comme on l'a vu, cette région possède une surface très unie, légèrement et régulièrement inclinée vers la mer, avec son point culminant au nord (Ouagbo 162 mètres). Les seuls accidents sont ceux que déterminent les eaux courantes creusant la surface, accidents qui sont ou bien des tranchées profondes (5 à 6 mètres pour l'Adiaghé à Coli) ou bien de minuscules vallées dont les pentes peuvent devenir très fortes (Allada : Sources du Roi). On trouve encore quelquefois des dépressions abruptes

(à 3 kil. de Décamé, sur l'ancien sentier de Décamé à Allada), mais également très localisées.

Superficiellement, la terre de barre paraît très homogène comme coloration et comme composition. Il en est rarement ainsi en profondeur ; à Ouidah, le puits de la résidence laisse voir une épaisseur d'environ 3 m. 50 de terre identique à celle de la surface, puis au-dessous, sur 3 m. 50 également, une terre moins riche en éléments rouges et faculée de sable blanc argileux. A Savi, dans un terrain dont l'altitude est très inférieure à celle du village, un puits de 6 mètres laisse voir :

3. Terre de barre normale (2 mètres)
2. Terre de barre faculée de sable gris argileux (2 mètres).
1. Argile grise compacte (2 mètres).

J'ai attribué la différenciation fréquente des deux épaisseurs successives de la terre de barre à un lessivage. Quant à l'argile grise de Savi, analogue à celle des lagunes, elle ne fournit qu'une indication trop vague pour qu'on puisse en tirer parti.

La route suivie par la voie ferrée entre Pahou et Ouidah laisse voir de nombreux points de contact de la terre de barre et des sables de la région littorale. Il n'y a pas de délimitation nette entre ces deux formations : la terre de barre pouvant se trouver à la fois au-dessous et au-dessus de sables lagunaires comme à Ouidah ; cette circonstance vient écarter les hypothèses qu'on serait tenté de faire sur la genèse de cette formation, dont l'origine n'est sans doute pas la même en tous les points. Entre Ouidah et Segbohoulé, le sol, formé de terre de barre, se relève d'abord à l'altitude de 21 mètres (kil. 43,4), redescend à 13 m. 06 (kil. 47,4) en un point qu'on retrouve tapissé de sable de lagune ou de marécage, puis se relève de nouveau, atteint une trentaine de mètres (kil. 51) jusqu'au voisinage du lac, dont le niveau moyen est sensiblement celui de la mer.

Dans le puits de Segbohoulé, déjà signalé, on a recueilli une couche de graviers roulés d'environ 1 cm. de diamètre, dont la présence contraste avec le fond vaseux du lac, situé à peu près au même niveau.

A Décamé, la terre de barre serait, à la profondeur d'un

mètre 50 environ, riche en graviers anguleux. Le rapprochement de ces deux faits indique donc un régime hydrologique ancien très différent de celui que nous connaissons aujourd'hui.

Sur le bord du lac Ahé notamment, la terre de barre se désagrège lentement, l'argile et l'hydrate de fer sont entraînés, tandis que le quartz et les minéraux lourds demeurent en place et s'accumulent. Il faut sans doute rapporter à cette seule cause l'existence de zones de sables gris, qui existent de place en place sur la rive orientale de ce lac, n'y occupant guère plus de 200 mètres de largeur (Décamé, Agban) et qui passent insensiblement à la terre de barre.

Un peu au nord de la gare de Pahou, au delà de la lagune, s'établit brusquement le contact de la terre de barre et du sable littoral; celui-ci, plus récent, étant venu recouvrir celle-là qui formait anciennement la côte.

Dans le chapitre consacré aux sources, on a vu la composition du sol aux « Sources du Roi » près de Togodo. Le grès grossier qu'on rencontre là et qui forme des masses assez puissantes semble localisé en ce point, il est analogue à certains grès superficiels des régions voisines. On le retrouve à la gare d'Ouagbo, où M. le Colonel Guyon en a signalé, depuis longtemps déjà, un banc peu important.

Au nord d'Ouagbo finit la région de la terre de barre. Le sol, qui jusque-là montait avec une pente moyenne d'environ 3 0/00, s'incline vers le nord avec une pente moyenne de plus de 20 0/00; celle-ci augmente encore aussitôt après Toffo et Akpé, localités à partir desquelles commencent les argiles noires de la Lama.

RÉGION DE PORTO-NOVO

La région de Porto-Novo offre une constitution identique à celle d'Allada, mais elle est beaucoup plus limitée. Dès les bords de la lagune, le sol se relève rapidement pour former une sorte de plateau, qui, vers le nord-ouest, va se relier à celui d'Adjohon, en formant la bordure orientale du delta de l'Ouémé. Dans la direction de Sakété, ce plateau est simplement coupé par la lagune

d'Avrankou dont les bords abrupts offrent l'aspect de ceux d'une tranchée (1).

La « *terre de barre* » est la formation exclusive de la région de Porto-Novo. Les puits, qui, suivant leur emplacement, ont de 10 à 20 mètres dans la capitale, montrent qu'en profondeur on a les deux types de roches : l'une de coloration homogène, l'autre faculée de sable blanc argileux. Cette dernière affleure à Porto-Novo même, à la hauteur des bâtiments du Secrétariat Général.

Comme à Segbohoulé et à Décamé, on rencontre au fond des puits de Porto-Novo une couche de graviers.

RÉGIONS VOISINES

La région de la terre de barre se poursuit également sur une assez faible étendue, entre le Mono et le lac Ahé d'une part, le plateau des Adjars et la région marécageuse côtière, d'autre part.

La région comprise au nord du pays des Tchis, entre Locossa, Tandji et Parahoulé, et dont la plus grande partie est occupée par le pays des Dobos est également entièrement recouverte de terre de barre. Elle est très analogue à la région au nord d'Allada, moins boisée cependant, et ne présente aucun caractère particulier.

Non seulement la présence de la terre de barre est un gros obstacle à connaître la constitution géologique des régions dont il vient d'être question, puisque, comme on l'a vu, sa présence n'offre aucune relation avec les formations sous-jacentes, mais encore nous ne possédons aucune indication sur l'époque à laquelle cette roche a commencé à s'individualiser. On est réduit également à des hypothèses sur les causes qui ont présidé primitivement à son dépôt. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que cette formation demeure l'objet de remaniements superficiels incessants dus presque exclusivement au ruissellement. Dans son ensemble elle est beaucoup plus ancienne que les dépôts actuels signalés dans le paragraphe précédent.

1. Je dois ce dernier renseignement à l'obligeance de M. le Commandant Sou.

RÉGIONS DES PLATEAUX GRÉSEUX

Les formations de la région des Sahoués et de celle de Dogba sont très différentes de toutes celles environnantes, tant par leur modelé que par leur constitution pétrographique. Les roches dominantes sont des grès continentaux, dépourvus de fossiles, tous très récents, beaucoup même contemporains : un grand nombre d'entre eux se forment sous nos yeux par la prise en masse d'éléments meubles au voisinage de la surface du sol.

Plateau des Adjās.

Dans le pays Sahoué, la zone des grès comprend le plateau des Adjās, qui s'étend entre les villages de Sahoué Zougbonou, Sé, Bopa, et Séhoumi. Ce plateau domine brusquement au nord la région marécageuse des Tchis ; au sud il se prolonge en pente douce vers la côte ; une zone, recouverte de terre de barre, le sépare de la zone marécageuse littorale. Dans son ensemble, il est caractérisé par une plateforme sensiblement horizontale (50 à 80 mètres d'altitude), profondément entamée par des vallées parallèles, d'orientation N.N.E.-S.S.W. venant aboutir obliquement sur les bords du lac Ahé.

La diversité dans la nature des grès recueillis me met dans l'obligation d'indiquer simplement les gisements dans l'ordre où je les ai rencontrés suivant mes itinéraires.

A) DE SEHOUMI A BOPA

Séhoumi est, sur la rive occidentale du lac Ahé, le premier gisement de grès lorsqu'on vient du sud. On trouve dans cette

localité, à proximité du lac, les formations successives suivantes :

5. Grès rouge brun à ciment ferrugineux (1 m. 50). Il est composé d'éléments disposés suivant des lits assez régulièrement parallèles, mais très irréguliers : les uns très fins et donnant à la roche un aspect homogène, les autres plus volumineux et formant une sorte de conglomérat. Ce grès, très facilement corrodé à la surface, se désagrège suivant les formes les plus tourmentées et donne naissance à des sortes de galets grossièrement arrondis.

4. Grès rougeâtre à ciment argileux, à éléments fins régulièrement zonés (1 m.) ;

3. Grès ferrugineux analogue au type 5 (2 m.) ;

2. Grès jaunâtre, à ciment argileux, peu consistant (1 m.) ;

1. Gravier analogue à celui de Segbohoulé, se trouvant au niveau du lac.

Ces formations, recouvertes de terre de barre, se poursuivent d'une façon intermittente jusqu'au delà de Kpotomé.

A Ouassa, on trouve d'abord, en venant de Séhouni, du sable, de la terre de barre, puis, en montant au village supérieur d'Ouassa, du gravier dans la terre de barre.

A Kpensouhoué on rencontre sur la plage des blocs d'un grès blanc friable, parcouru de veines parallèles riches en oxyde de fer. Ce grès a formé des couches puissantes, comme en témoignent les blocs volumineux actuels. La manière dont ceux-ci plongent dans l'eau, pêle-mêle, montre que le banc auquel ils ont appartenu a été disloqué.

Après Koukounaoua, de petites ondulations sont formées de lits d'argile blanche compacte (3 m.) compris entre des zones de terre de barre riches en graviers. Puis une nouvelle ondulation, déjà plus sensible, est marquée par la présence, à environ 500 m. du lac, d'un grès rougeâtre, friable, à ciment ferrugineux.

Toute l'extrémité du plateau au sud de Togboué est marquée par la présence de grès ferrugineux à grain fin, au milieu de la terre de barre. Celle-ci repose : pour le versant oriental, sur du sable ; pour le versant septentrional, sur la vase argileuse tapisant un marécage (1).

1. Ce marécage, très analogue à ceux de la zone littorale, occupe le fond d'une des vallées qui coupent le plateau, au contact du lac ; il est dû au col-

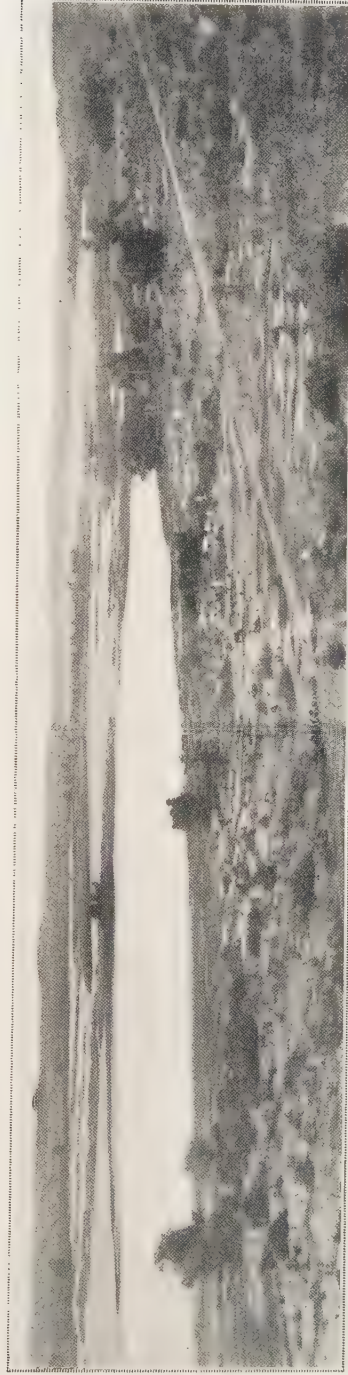
FLEUVES.



L'Ouémé à Adjohon.

Vue prise du plateau gréseux dominant le fleuve. Au fond, le delta entre le Sô et l'Ouémé.

Cliché H. Hubert.



Le Niger à Boubon.

Vue prise du plateau gréseux dominant le fleuve. Seuil rocheux (roches basiques) traversant normalement le Niger. Au fond, plateaux gréseux.

Cliché H. Hubert.

Au delà de ce marécage, le plateau reprend, par plusieurs éperons successifs. Le premier, celui de Bopa, finit en pente douce sur le lac ; il laisse voir :

1° A proximité du marais : du sable, avec des graviers au niveau des eaux moyennes, et, au-dessus, de l'argile noirâtre ; puis de la terre de barre, celle-ci commençant à une dizaine de mètres de la côte ;

2° Au centre du village de Bopa : du sable surmonté de cailloux de limonite concrétionnée ;

3° A l'extrémité septentrionale du village : de l'argile grasse surmontée d'une sorte d'ocre contenant des graviers et des nodules de limonite concrétionnée épars, puis au-dessus, du conglomérat ferrugineux. Ce dernier élément est à noter en ce point, où il ne surmonte aucune masse compacte.

B) DE BOPA A SAHOÛÉ-DOUTOU, ONHOÛÉ ET SE

Sur la hauteur de Bopa, à la résidence, un puits, profond de 27 mètres, mais malheureusement inaccessible par suite du manque d'aération fournit les quelques indications suivantes :

- | | | |
|---|----------|------------------|
| 7. Terre de barre | 4 m. | |
| 6. Terre de barre riche en graviers | 4 m. 50. | |
| 5. Argile blanche | 4 m. 50. | |
| 4. Argile blanche et ocre | 8 m. | |
| 3. Sable argileux jaune | | } fond du puits. |
| 2. Gros nodules de limonite concrétionnée | | |
| 1. Sable argileux jaune | | |

Au-dessus de la résidence de Bopa, la terre de barre, riche en graviers, affleure sur le plateau (altitude env. 60 mètres). Puis, au voisinage du point culminant, on remarque quelques rognons épars d'un grès compact lequel est en place, deux mètres plus bas, sur l'autre versant.

Ce grès est formé d'éléments ferrugineux et quartzeux assez grossiers, réunis par un ciment siliceux leur donnant une grande

matage de l'embouchure du ruisseau, qui descend du plateau, par les vases lacustres.

Ce marécage est occupé, dans sa région centrale, par un petit village établi sur une élévation de moins d'un mètre, mais où le sol est formé de sable qui sert de transition entre la terre de barre et la vase des régions inondées.

cohésion. Ces éléments, aux dimensions très variables, si bien qu'ils peuvent constituer un conglomérat, sont disposés en lits parallèles indiquant des dépôts successifs très irréguliers laissés par les eaux superficielles.

Ce grès ne s'observe jamais en bancs compacts mais en nodules souvent bien arrondis (moins de trois décimètres de longueur), résultant sans doute du démantèlement d'une couche continue. Celle-ci s'est formée à une altitude très constante, toujours au voisinage du sommet des collines, et a dû fortement contribuer à assurer et à maintenir la topographie de la région.

Au voisinage du sommet du plateau dominant Bopa et sur une partie du versant sud-occidental, les nodules de grès à ciment siliceux sont très nombreux et certaines parties d'entre eux sont très riches en fer. Plus bas, ils font place à la terre de barre dans laquelle les graviers sont abondants, et l'aspect de ceux-ci donne à penser qu'ils pourraient provenir de la désagrégation des grès.

En redescendant, toujours sur la route de Sahoué Ahouloumé, on rencontre de nouveaux rognons d'un premier grès, analogue au précédent, mais à grain plus fin, et d'un second dont le ciment est riche en hématite ; puis le grès de Bopa domine seul à nouveau.

Le fond du thalweg compris entre la hauteur de Bopa et celle de S. Ahouloumé est occupé par de la vase argileuse, marquant le lit d'un petit torrent qui vient s'épanouir dans le marécage au sud de Bopa.

En remontant sur le plateau vers S. Ahouloumé, apparaissent successivement une argile rouge, puis la terre de barre. Celle-ci, de bas en haut, est d'abord très riche en sable, puis normale, et, à partir du milieu de la colline jusqu'au voisinage du sommet, elle contient le grès de Bopa, en nodules disséminés situés à 0 m. 50 ou 1 mètre de la surface. Ceux-ci sont surtout abondants à environ 1.500 mètres avant S. Ahouloumé. Au-dessus, on trouve encore des nodules de grès, mais à ciment ferrugineux, puis un grès très fin à hématite, susceptible de former des assises puissantes, mais qu'il ne m'a pas été possible de suivre d'une façon satisfaisante.

Entre Sahoué Ahouloumé et S. Doutou, la dépression est occupée, sur la route principale, par de la terre de barre à flanc de coteau, et, au fond du thalweg, par de la vase argileuse. Mais en remontant vers S. Doutou, au voisinage du sommet, le grès de Bopa réapparaît, liguré par des nodules peu volumineux (0 m. 10). Au-dessus se présentent successivement de l'argile rouge (0 m. 10), puis du conglomérat ferrugineux (0 m. 15), et enfin de la terre de barre.

La portion du plateau dominée par S. Doutou marque, vers l'ouest, la fin des formations gréseuses. On retrouve celles-ci dans la portion de plateau Séhoumi-S. Ahouloumé, notamment à Onhoué. Dans cette localité, il existe une dépression profonde au fond de laquelle on a creusé une sorte de puits en entonnoir où l'eau suinte continuellement. Lorsque du haut du village (case du chef) on descend au fond du puits, on rencontre successivement les couches suivantes :

- 8. Terre de barre (3 mètres).
- 7. Grès de Bopa (8 mètres), à grain très irrégulier d'un nodule à l'autre. De même que partout ailleurs, la couche primitive a été désagrégée en couches d'épaisseur variable, comme l'indique le groupement des nodules. Sur un certain nombre de ceux-ci, l'action érosive est demeurée très manifeste : elle y a déterminé des sortes de cannelures profondes et très irrégulières. D'autre part, la circulation lente des eaux superficielles a amené le dépôt d'hydrate de fer.
- 6. Argile rouge compacte (1 m. 50).
- 5. Terre de barre (2 m.)
- 4. Argile grise et terre végétale (3 m.)
- 3. Grès ferrugineux à grain fin (0 m. 30).
- 2. Argile grise et terre végétale (formation superficielle) (4 m.).
- 1. Argile ocreuse constituant le niveau de drainage (0 m. 75 à 1 m.).

Le grès de Bopa se retrouve encore sur le sentier d'Onhoué à Sé. d'abord au voisinage immédiat du sommet, puis, au-dessous, en fragments enchassés dans un banc de grès de 0 m. 50 de puissance, à grain très fin et à ciment argileux, dont les teintes passent du jaune au rose. Plus bas encore, on voit une nouvelle épaisseur de grès de Bopa à éléments plus volumineux, mais toujours en nodules ; puis c'est de nouveau la terre de barre, jus-

qu'au thalweg, mais celle-ci enrichie de graviers provenant sans aucun doute des grès.

En face, en remontant le plateau par le sentier de Sé, on trouve, à mi-hauteur, une nouvelle couche de grès à ciment ferrugineux, très riche en fer. A Sé, qui marque une des extrémités du plateau des Adjās, il n'y a plus que de la terre de barre et du sable avec des graviers dans les dépressions.

C) BOPA VERS VOUN

Sur la route de Bopa à Voun apparaît un éperon important, qui est, au nord, un lambeau du plateau des Adjās. A 3 kil. de Bopa, cette hauteur est d'abord formée par du grès ferrugineux, puis 1 kil. plus loin, par le grès de Bopa. Ces grès se continuent encore pendant 1 kil. environ et cessent dès qu'on abandonne la hauteur pour redescendre dans la région Tchi, correspondant à une formation géologique différente.

La présence constante d'une roche caractéristique comme le grès de Bopa dans la seule partie accidentée du pays Sahoué permet de tirer la conclusion suivante :

Le plateau des Adjās est caractérisé par la présence de grès qui en ont assuré le modelé. L'un de ces grès, à ciment siliceux, apparaît partout au voisinage de la surface, dès qu'une dépression permet de voir sous la roche détritique superficielle. Il repose généralement sur un grès ferrugineux.

En face de Bopa, à Couffonou, le lac Ahé se trouve également dominé par une hauteur d'environ 70 mètres, exclusivement constituée par des grès à ciment ferrugineux. A la base on voit à la fois un grès à gros éléments passant au conglomérat et un grès à grain fin ; à flanc de coteau, un grès, également à grain fin, mais riche en éléments métalliques ; au sommet, outre le type précédent, qui domine, on a un grès très compact, à éléments très fins. Bien que légèrement différente, il faut rattacher cette formation à celles du pays Sahoué.

La hauteur de Couffonou se relie au sud à celle de Dodomé, que son modelé porte à considérer également comme gréseuse.

En 1904, j'ai bien rencontré au pied de cette colline un grès ferrugineux, mais dans les conditions trop peu satisfaisantes pour en tirer une conclusion quelconque : la colline tout entière étant recouverte de terre de barre. D'autre part, le long du lac, entre Couffonou et Ouango, il n'y a qu'une dépression marécageuse dont le fond est tapissé de vase argileuse, et, entre Ouango et Décamé, des zones sablonneuses dues au lessivage de la terre de barre.

Les grès se rencontrent encore certainement sur la hauteur au nord de celle de Pendji, et probablement aussi sur quelques-unes de celles qui dominent la rive gauche du Couffo.

Plateau de Dogba.

D'une constitution toute différente sont les plateaux gréseux de la rive gauche de l'Ouémé, qui occupent le pays compris entre Dogba, Adjohon et Sakété. Ici, les grès, très grossiers, sont de consistance médiocre, ce qui tient à leur ciment toujours ferrugineux et peu compact. Ils forment par contre des bancs de 10 à 15 mètres de puissance qui dessinent de véritables plateaux au-dessus des régions environnantes, très basses. Ils limitent la rive gauche de l'Ouémé, un peu après Bonou, et par leur altitude, cependant médiocre, ils obligent le fleuve à décrire des méandres nombreux. Ils le dominent régulièrement par des falaises abruptes, notamment à Dogba et à Adjohon.

A Dogba, la falaise, haute d'environ 15 mètres, montre les éléments suivants :

- 3) Petits graviers quartzeux au milieu de grès superficiel désagrégé.
- 4) Partie superficielle du grès grossier, rouge brun foncé et fortement cimenté par la limonite. On assiste au passage à la limonite compacte.
- 3) Banc de grès grossier ferrugineux rouge débité en gros blocs (10 m.).
- 2) Conglomérat ferrugineux provenant en partie des éboulis supérieurs.
- 1) Terre de barre au pied de la falaise, avec petits cailloux roulés.

A Adjohon, la constitution est très analogue.

- 3) Partie superficielle du grès, passant à la limonite.
- 2) Grès grossier en blocs volumineux. Ici, la roche se montre formée

de lits successifs, aux éléments de grosseur très différente, à stratification entrecroisée indiquant, plus nettement que partout ailleurs, des dépôts torrentiels.

1) Terre argileuse rouge, au bas de laquelle, sensiblement au niveau de l'Ouémé, affleure le niveau hydrostatique, marqué par la présence des sources.

Sur la rive gauche de l'Ouémé, la falaise d'Adjohon se continue par celle de Porto-Novo, exclusivement formée de terre de barre.

Les grès de Sakété sont identiques à ceux d'Adjohon, mais leur ciment est généralement plus consistant ; ils appartiennent à la même formation.

De même que pour les grès du pays Sahoué, ceux de la région d'Adjohon ne présentent une importance réelle que par le modelé qu'ils assurent.

On voit que les dépôts gréseux, exclusivement continentaux, sont assez abondamment répartis dans le Bas-Dahomey. Ils ont des origines multiples, mais sont normalement antérieurs à la terre de barre, qui demeure partout un dépôt superficiel.

RÉGION MARÉCAGEUSE (LAMA)

Nous avons conservé le mot portugais *Lama* (boue) pour désigner la région marécageuse [appelée Cò(boue) en langue Fon], qui s'étend de l'est à l'ouest, à la hauteur du 7° parallèle, entre le Zou et le Couffo. Les recherches effectuées au Dahomey depuis notre occupation, et notamment les travaux géographiques de M. le Capitaine Fourn, ont montré que la zone marécageuse s'étendait bien au delà de ces deux rivières. Elle comprend tout d'abord le pays des Hollis, qui confine à la frontière anglaise, au delà de laquelle elle se poursuit sans doute. Elle se continue vers l'est, dans le triangle formé au sud de Zagnanado, par le Zou et l'Ouémé, puis au-delà du Zou, elle affecte une direction N. N. E.-S. S. W. jusqu'au Couffo. Après cette rivière elle s'étend encore sur tout le pays des Tchis, qui forme un vaste triangle dont les sommets seraient Lalo, l'embouchure du Couffo et le lac Toho. Après le Mono, on la retrouve encore en territoire allemand.

Les déversoirs connus de cette zone marécageuse sont : en territoire français, l'Ouémé, le Zou, le Rhan, le Couffo, et la rivière Sazué, celle-ci prenant naissance au sud du lac Toho, et se jetant dans la lagune d'Adjaha, voisine de Grand-Popo.

Etant données les difficultés d'accès de cette zone, celle-ci est encore fort mal connue. Elle est variée d'aspect. Au nord d'Ouagbo, on y trouve surtout une forêt peu élevée mais dense, avec de rares éclaircies ; dans le pays Tchi on y rencontre tantôt une brousse analogue à celle des pays du nord, mais avec des espèces ligneuses différentes et généralement plus fortes,

tantôt des bandes peu larges de végétation très dense, qui marquent les emplacements où les eaux séjournent le plus longtemps; tantôt des palmeraies; enfin des savanes herbeuses et des terrains de culture. Elle est du reste habitée et, dans certaines parties, les villages y sont relativement nombreux.

Cette vaste zone n'est point dépourvue de relief, mais à vrai dire, celui-ci est médiocre. Il se traduit surtout par la présence de lignes de drainage assez nombreuses où des rivières prennent naissance (celles-ci sont surtout tributaires du Rhan et du Couffo). Dans son ensemble, la zone marécageuse, que je désignerai elliptiquement sous le nom de Lama, peut être considérée comme un vaste fossé. En effet, si le relief ne paraît pas être accentué immédiatement de part et d'autre du pays des Hollis, il n'en est pas de même pour toute la partie de la zone marécageuse s'étendant au delà de la rive droite de l'Ouémé.

Au nord, le plateau de Zagnanado et celui d'Abomey (120 m. à Kinta), au sud, celui des Sahoués (60 m.) et celui d'Ouagbo (162 m.) dominant brusquement la Lama dont l'altitude s'abaisse à moins de 30 mètres au kil. 92 de la voie ferrée (près de Toffo), point qui n'est évidemment pas le plus bas.

Une telle topographie et l'insuffisance de canaux d'écoulement, transforment à l'hivernage cette région en un immense marécage. Tous les points en sont plus ou moins submergés comme l'atteste la présence constante de vase noire argileuse, craquelée par retrait à la saison sèche (1).

Mais la hauteur des eaux n'est pas considérable, sauf au-dessus des trous et des dépressions, toujours peu étendus. Cependant on constate des inondations exceptionnelles lors des grandes pluies. Ces inondations, là où elles durent trop, ont pour effet de faire périr la végétation ligneuse, si bien que les arbres morts, lorsqu'ils tombent, sont destinés soit à augmenter la couche humifère, soit, lorsqu'ils sont ensevelis assez rapidement, à se transformer en matière charbonneuse, mais je crois ce dernier cas fort rare.

1. C'est cette vase argileuse, dans laquelle on s'enfonce profondément à l'époque des pluies, qui a valu son nom à la partie centrale de la zone marécageuse.

L'intérêt que présente cette région marécageuse réside tout entier dans ce qu'elle est jalonnée par des formations de calcaires fossilifères. La fréquence des gisements le long et à l'ouest de la voie ferrée, dans une région où les recherches sont à peu près impossibles et dans laquelle n'ont passé que quelques Européens, m'incline à penser que toute cette partie occidentale de la Lama est une région calcaire. Me fondant sur l'identité de la topographie du pays des Hollis avec celle de la région occidentale, j'avais indiqué que les calcaires fossilifères devaient se rencontrer également à l'est de l'Ouémé (1). Depuis, M. E. Poisson, qui a parcouru le pays des Hollis, a bien voulu me faire connaître que mon hypothèse était justifiée.

GISEMENTS DE LA VOIE FERRÉE

Les premiers gisements qu'il m'a été donné d'étudier sont ceux qui m'ont été signalés par M. le Colonel Guyon, alors directeur du chemin de fer du Dahomey. Ils se trouvent tous le long de la voie ferrée, entre Toffo et Ouansougon.

En allant vers le nord, aussitôt après Toffo (alt. 60 m.), localité qui domine immédiatement la Lama au sud, le sol s'abaisse rapidement, et la *terre de barre* est remplacée par la vase argileuse noire. Puis la voie s'engage dans une petite tranchée (kil. 90) où apparaissent des schistes argileux jaunes fissiles. Au kil. 92, la voie ferrée, qui n'est plus qu'à une altitude de 30 m. 85, franchit une petite rivière. C'est là que se trouve le premier gisement de calcaire. Au-dessous de la vase argileuse noire, qui tapisse le sol uniformément, on voit une argile blanche, grasse et compacte, très analogue à la glaise, dans laquelle sont noyés des rognons calcaires. Comme ils ne forment qu'une seule épaisseur et qu'ils se montrent profondément corrodés, souvent même largement perforés, on serait tenté de croire qu'ils ne se trouvent pas en place. Il est facile de montrer le contraire.

1° Le banc dont ils proviennent a été lentement débité par l'ac-

1. H. Hubert. *Esquisse préliminaire de la géologie du Dahomey*, in Comp. Rend. Ac. Sc. CXLV, pp. 692-695, 1907.

tion dissolvante des eaux de surface, ainsi que cela se produit fréquemment dans les régions calcaires. On a la preuve de cette action dissolvante par la mise en relief des fossiles dont la coquille calcaire est plus résistante que le ciment englobant.

2° Le transport de ces rognons, qui s'expliquerait aisément pour un grand nombre d'entre eux, devient problématique lorsqu'il s'agit de blocs ayant plusieurs mètres de longueur, surtout lorsque ceux-ci ont conservé la forme aplatie due à la faible épaisseur du banc (20 à 50 cm.).

3° L'identité des gisements de cette région et de celui de Misinicondji, où l'on retrouve à la fois les rognons séparés de la masse et le banc compact (Pl. X, 1) avec tous les passages intermédiaires, suffirait à elle seule pour pouvoir affirmer que les calcaires de la Lama centrale sont bien des roches en place.

Après ce premier gisement, le sol se relève de nouveau et les schistes argileux jaunes reparaissent en abondance, notamment un peu avant le kil. 97 (alt. 55 m. environ). Le terrain s'incline ensuite vers le lit du Tchito, où le calcaire se trouve encore en grande quantité et dans des conditions identiques aux précédentes.

La roche typique de ces gisements est un calcaire compact pétri de coquilles dont les ornements sont malheureusement trop usés par les eaux pour qu'il soit possible de les déterminer. Souvent ces coquilles sont transformés en calcite cristallisée. Il n'est pas rare non plus de voir les rognons eux-mêmes soit sillonnés de filonnets du même minéral cristallisé en rhombodères à faces courbes, ou bien recouverts de couches concentriques de calcite jaune composées de prismes implantés normalement à la surface (calcite fibreuse), ces divers dépôts ayant été laissés par les eaux superficielles.

On trouve également, répandus un peu au hasard, des rognons toujours peu volumineux, non fossilifères et dus à des recristallisations de calcite.

Les schistes argileux dominent immédiatement le calcaire fossilifère, mais à leur contact ils sont généralement recouverts

d'une faible épaisseur de carbonate de chaux très pur. Je ne les ai rencontrés que dans les deux gisements précités.

GISEMENTS DU PAYS DES TCHIS

Les conditions défectueuses dans lesquelles j'ai parcouru le pays des Tchis ne m'ont pas permis d'y effectuer de nombreuses recherches. J'y ai retrouvé des calcaires, toujours en rognons fossilifères identiques à ceux de la Lama :

Au voisinage d'Aouimey ;

Au village de Maoucouénou, et au delà de la zone boisée très dense qu'on traverse après ce village, sur la route de Tchi-Canwi ;

Après Tchi-Canwi, à 3 kil. et à 4 kil. de ce village sur la route d'Ahomadégué (ou Ahomadegbé).

Partout ailleurs sur la route suivie, le pays est recouvert de vase argileuse noirâtre, et la terre de barre n'est visible — sur une très faible étendue — qu'au village d'Aouada-Hazui, notablement surélevé. Un peu avant Tandji, elle reparait définitivement et on la retrouve au sud de cette localité alternant avec le conglomérat ferrugineux tout le long de la route Lalo-Locossa.

Ainsi donc, en me tenant strictement sur le sentier qui traverse le pays des Tchis et en me contentant des observations faites à la surface du sol, j'ai pu reconnaître l'existence de plusieurs gisements calcaires. Si l'on tient compte de l'épaisseur de la vase superficielle, on se trouve obligé d'admettre que les formations calcaires sous-jacentes doivent être abondantes et étendues.

GISEMENT DE PENDJI

Sur la route de Voun à Bopa, la zone marécageuse se poursuit jusqu'au pied du plateau des Adjás. Vers l'est elle coïncide avec la limite des débordements du Coufflo, à des distances variables (jusqu'à 4 kilomètres) de la rive gauche de ce fleuve, et se termine, sur le lac Ahé, par la région basse comprise entre le lit mineur du fleuve et Couffonou.

Tout près de l'embouchure du fleuve, sur la plage de Pendji, on retrouve une sorte de glaise blanchâtre (avec des veinules

d'ocre jaune) analogue à celle de Bopa et à celle de la Lama (1) et dans laquelle se trouvent noyés, comme précédemment, des blocs calcaires, mais peu fossilifères. De même que les rognons de la Lama, ces blocs ont été débités par les eaux. Chacun d'eux n'offre pas plus de 0 m. 40 de côté, mais leur abondance et leur disposition permet encore de les considérer comme étant en place, d'autant plus qu'un certain nombre d'entre eux s'enchaînent exactement les uns dans les autres et représentent alors des masses atteignant 1 mètre de long.

Ici encore on ne trouve qu'un seul banc de blocs calcaires. L'épaisseur de l'argile, supérieure à 2 mètres, rend difficile les investigations que viennent encore compliquer le voisinage du niveau hydrostatique et les oscillations de la marée.

La composition des blocs calcaires de Pendji est différente de celle des rognons de la Lama. Superficiellement, ils passent à un grès argileux blanc (0 m. 05) tandis que la partie inférieure a tous les caractères d'un calcaire compact (0 m. 10). Certains blocs, qui peuvent atteindre 0 m. 25 de longueur, sont formés, jusqu'à la périphérie, de couches concentriques indiquant des dépôts successifs autour d'un ou de plusieurs noyaux.

Au-dessus de la couche argileuse, qui se relève sous la colline de Pendji, on retrouve successivement *le long de la pente* :

4. Conglomérat ferrugineux, caverneux, très dur, vernissé, contenant des morceaux de quartz non roulé, des rognons isolés de limonite concrétionnée et des petits morceaux d'un grès à grain fin riche en fer. La partie supérieure de ce conglomérat, presque exclusivement formée de limonite, est remarquablement compacte ;

3. Conglomérat ferrugineux, mais sans consistance.

2. Terre de barre ;

1. Conglomérat ferrugineux, de nouveau très compact et très riche en limonite.

La hauteur de Pendji domine une zone basse et marécageuse tapissée de vase noire charriée par le Coufflo et qui se retrouve un peu partout dans le fond et sur les bords du lac. Le fleuve s'est

1. C'est sans doute beaucoup à la présence de cette argile qu'il faut attribuer le caractère marécageux de toutes ces régions.

du reste tracé un chenal dans ses alluvions, et on ne le voit couler sur un lit de sable qu'à une dizaine de kilomètres de son embouchure, encore que les trous de vase molle demeurent fréquents au delà de ce point.

Le gisement de Pendji est le plus méridional de ceux que j'ai rencontrés. Si l'on admet que la couche d'argile blanche accompagne régulièrement le calcaire, on est amené à considérer que celui-ci se prolonge en profondeur dans la direction de l'ouest au-dessous des grès du pays Sahoué. M. Lefebvre, alors qu'il était Chef de Poste à Bopa, a eu l'obligeance de m'adresser un échantillon de calcaire qui aurait été extrait du puits de Bopa à une certaine profondeur ; cela viendrait confirmer l'hypothèse précédente.

GISEMENT DE LA RIVIÈRE SAZUÉ (1)

Au passage de la route d'Azonlihoué à Sahoué Zougbonou, au lieu dit Sounou, la rivière Sazué, en creusant son lit dans ses alluvions — constituées par une argile noire riche en matières organiques, — a formé une tranchée, de 3 m. 50 de profondeur, à la base de laquelle sont enchassés des rognons, suivant un plan sensiblement horizontal.

Ces rognons appartiennent à trois types différents :

1° Calcaire compact fossilifère, très corrodé, identique à celui de la Lama centrale et du pays des Tchis (dimension max. 0 m. 50) ;

2° Calcaire compact stérile, dû sans doute à une recristallisation, ainsi que le fait prévoir la présence de nombreux filonnets de calcite qui parcourent la roche (dimension max. 0 m. 75) ;

3° Sorte de conglomérat riche en graviers plus ou moins volumineux — presque exclusivement formés de phosphate de chaux — cimentés par une pâte riche en phosphate et en carbonate de chaux ; on y trouve encore quelques débris fossiles (dents de squalé) qui ont été entraînés de leur gisement originel. Ce conglomérat n'est pas très abondant à la surface du sol et comme je

1. C'est à mon excellent camarade M. Lefebvre, qui faisant alors les fonctions de Chef de Poste à Athiémé, que je dois l'indication de ce gisement.

ne l'ai rencontré que dans le lit de la rivière, les conditions de sa formation demeurent à déterminer. Mais il est évident qu'il est dû en partie à la transformation d'éléments d'origine organique.

Pour le premier type notamment, qui est le plus intéressant, on est assuré d'avoir affaire à une formation en place. Cela résulte de la disposition des blocs dans le lit de la rivière, et surtout de ce qu'un grand nombre de ces blocs isolés s'emboîtent rigoureusement les uns dans les autres comme à Pendji : ce qui écarte toute action de transport.

Les rognons calcaires affleurent dans le lit de la rivière, sur une longueur de 150 mètres environ en amont du sentier d'Azonlihoué et sur 30 mètres en aval. On serait tenté de croire qu'ils n'existent que là, parce que les indigènes, qui les utilisent pour faire des meules, ne connaissent pas d'autre gisement. Mais on aurait tort de s'en tenir à leur affirmation : il ne faut pas oublier que si l'on a trouvé des calcaires dans le lit de la rivière Sazué, c'est précisément parce que celle-ci a creusé une véritable tranchée dans les alluvions qui recouvrent toute la région, et que nulle part ailleurs une excavation comparable, naturelle ou artificielle, n'a été creusée.

Le gisement de Sounou n'est qu'à quelques centaines de mètres seulement du lac Toho. On donne ce nom à une vaste dépression, qui marque, vers l'ouest, la fin de la zone marécageuse. Comme les autres parties de la Lama, elle est également recouverte d'eau pendant l'hivernage, et son sol est formé d'argile noire. Il ne s'y développe spontanément qu'une brousse herbeuse caractéristique des régions longuement submergées. Sur les bords du lac, le sol est exclusivement recouvert par de la terre de barre, qui apparaît dès que le terrain se relève un peu, ne fût-ce que de quelques mètres, comme on peut s'en rendre compte en suivant le sentier de Houin à Azonlihoué. De même que pour le lac Ahé, la zone de contact entre la partie immergée (argile noire craquelée) et la terre ferme (barre) est marquée par la présence de sable qui provient du lessivage de la terre de barre.

Au bord même du lac Toho, sur le sentier qui vient de Houin, il y a, en abondance, de petits nodules de calcaire concrétionné. J'ai dit précédemment que ces nodules devaient être le résul-

tat de la cristallisation de la calcite provenant des calcaires de la région. J'ai admis ainsi pour le lac Toho comme pour le reste de la Lama, la présence des calcaires sédimentaires, ce qui n'a rien que de vraisemblable, surtout étant donnée la proximité du gisement de Sounou, mais cette hypothèse demandée à être confirmée.

Dans toute sa longueur, la rivière Sazué, qui affecte une direction N. S., est sensiblement parallèle au Mono. D'après M. le Capitaine Fourn, qui en a relevé le cours, l'altitude de cette rivière serait, à latitude égale, supérieure à celle du fleuve voisin. Mais il se produit néanmoins des communications entre les deux, grâce à l'existence de régions marécageuses suffisamment étendues (Tchanou) et d'un marigot à Vodomé, déjà signalé.

GISEMENT DE MISSINICONDJI

Le gisement calcaire le plus intéressant est celui que les eaux laissent à découvert, pendant toute la saison sèche, dans le lit du fleuve Mono, à quelques centaines de mètres en amont de Missinicondji (Pl. X, 1).

Au point de vue topographique, la région de Missinicondji est différente de celle de la Lama. Rien ne la distingue des parties voisines où le fleuve s'est creusé au milieu de ses alluvions une sorte de canal aux berges escarpées, tandis que des bancs de sables encombrant son lit.

Ici l'on est en présence d'un banc continu de calcaire occupant toute la largeur du fleuve et se poursuivant sur 500 mètres de longueur environ. Un premier affleurement a son point le plus élevé à 2 m. 50 environ au-dessus des basses eaux, au voisinage de la rive allemande. De part et d'autre, il s'abaisse par gradins. En territoire allemand, au moment où il disparaît sous les alluvions de la rive, il domine encore les basses eaux de 2 mètres. Du côté de la rive française, au contraire, il s'abaisse suffisamment pour disparaître sous les eaux avant de l'avoir atteinte (Fig. 25).

Naturellement la décomposition superficielle du calcaire est d'autant plus rapide que celui-ci est à un niveau moins élevé,

c'est-à-dire qu'il demeure immergé plus longtemps chaque année. On a une série de stades successifs de phénomènes d'affouillement (Pl. X, 1; Fig. 25 et 26) qui correspondent à tous les aspects si divers des calcaires sédimentaires de la Lama, et apportent une preuve indiscutable de l'existence en place de tous les blocs rencontrés précédemment.



Fig. 25. — Banc calcaire de Missinicondji.

(Rapport des longueurs aux hauteurs $\frac{4}{5}$)

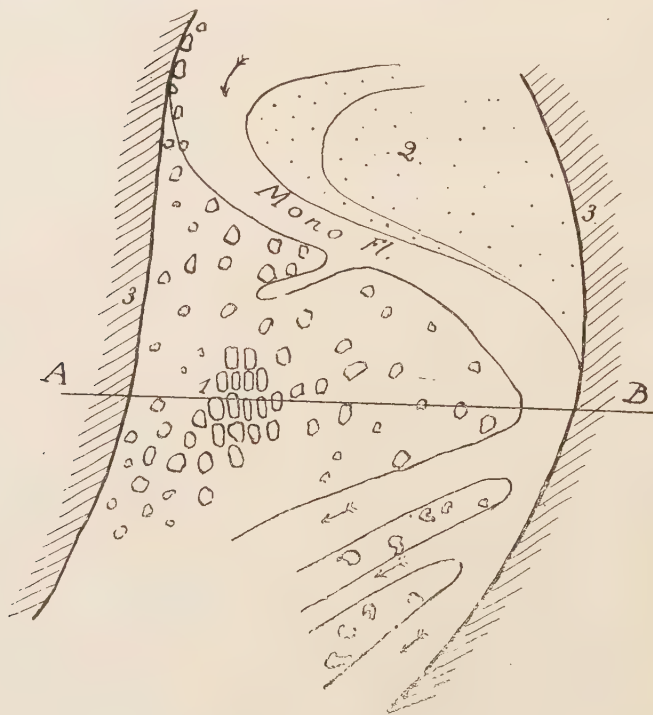


Fig. 26. — Gisement calcaire de Missinicondji.

1. Calcaire. — 2. Sable. — 3. Argile.

Dans le *premier stade*, le banc calcaire, dans sa partie la plus compacte, est entaillé profondément par les eaux suivant deux

directions grossièrement perpendiculaires, dont l'une correspond assez bien avec celle du fleuve. Ainsi s'individualisent des blocs puissants, qui continuent à faire corps avec le banc calcaire.

Dans le *second stade*, les blocs superficiels se trouvent détachés de la masse, sans être déplacés; ils prennent des formes plus arrondies : les entailles qui les séparent demeurant suffisamment étroites pour qu'ils puissent grossièrement s'emboîter les uns dans les autres, comme ceux de Pendji et de Sounou.

Dans un *troisième stade*, les blocs forment encore une sorte de banc; ils sont peu éloignés les uns des autres, mais ils sont déchiquetés, caverneux.

Enfin, à un *quatrième stade*, on ne trouve plus que des blocs isolés, aux formes encore plus capricieuses que dans le cas précédent. Les deux derniers stades correspondent aux échantillons recueillis dans la Lama centrale et dans le pays des Tchis.

Mais il est remarquable que dans le lit d'un fleuve dont le courant est aussi violent que celui du Mono, les phénomènes de transport de ces calcaires soient pratiquement nuls. La densité et la forme des blocs doivent en être les raisons principales. Les rognons isolés les plus érodés sont à proximité immédiate du banc compact; du reste sur chacun d'eux les coquilles en relief et les fines découpures du calcaire représentent des parties assez fragiles pour qu'un transport, même limité, les fasse disparaître. C'est là un argument de plus pour montrer que les gisements de la Lama, par exemple, correspondent bien à des roches en place, car comme ils sont presque toujours dans le lit de rivières, comment établir l'hypothèse de transport alors que celles-ci sont insignifiantes à côté du Mono.

A Missinicondji, le premier affleurement est relié au second par les calcaires qui apparaissent d'une façon continue mais presque insensible le long de la rive allemande; puis de nouveau le banc calcaire occupe tout le lit du fleuve, plus étendu cette fois le long de la rive française. Par contre il est moins élevé que précédemment au-dessus des basses eaux.

J'attache une grande importance à la présence, à l'extrémité de ce gisement, de petits nodules calcaires, identiques à ceux de Houin, et qui sont ici manifestement dus à la recristallisation de

la calcite aux dépens des calcaires fossilifères voisins. J'estime que c'est là une base sérieuse à l'hypothèse formulée précédemment, relativement à l'origine des nodules rencontrés en d'autres points.

Ainsi le gisement de Missinicondji ne diffère des autres que par ses caractères géographiques. C'est pourquoi il n'y a pas lieu de l'en séparer. Déjà au point de vue de la latitude et de l'altitude, il occupe une position intermédiaire par rapport aux affleurements précédemment signalés ; seulement il ne se trouve pas dans la zone naturelle de la Lama. A la fin de ce paragraphe, je montrerai que les différences d'ordre topographique sont beaucoup plus faibles qu'on se l'imagine tout d'abord et que la région qui nous occupe peut, encore aujourd'hui, être considérée comme une annexe de la Lama. D'ailleurs les caractères géologiques sont identiques et eux seuls suffisent à justifier la réunion des deux groupes de formations.

GISEMENT D'AKPÉ

J'ai rencontré au nord d'Akpé, sur le sentier qui traverse la Lama, des échantillons de calcaire de seconde formation, identiques à ceux qui accompagnent les calcaires fossilifères au nord de Toffo.

L'énumération de tous ces gisements montre l'étendue des formations calcaires fossilifères. Dans la partie visitée, au moins, on remarquera que tous les gisements correspondent à des points d'altitude relativement très faible et toujours aux endroits où les alluvions ont été entamées et enlevées par les eaux.

C'est là un sérieux argument en faveur de la continuité de cette formation en profondeur, d'autant plus qu'on la voit se prolonger au delà des rives immédiates des cours d'eau.

AGE DE LA FORMATION

Quel est maintenant l'âge des calcaires de la Lama ?

Malgré l'abondance des fossiles, puisque le calcaire en est pétri (Pl. XVIII, 1), aucun d'eux, dans les échantillons que j'ai recueillis, n'est caractéristique. MM. Douvillé, Boule et Thévenin,

qui, avec une très grande obligeance, ont bien voulu examiner les espèces conservées, n'en ont trouvé aucune typique.

Il y a quelques années, MM. J. Böhm et v. Ammon ont eu l'occasion d'étudier ces calcaires, et voici les conclusions auxquelles ils sont parvenus.

M. J. Böhm, sur des échantillons provenant de la Lama (sans indication de gisement), a reconnu les types suivants (1) :

Algues siphonnées : *Dactylopora cylindracea*, LAMK.

Foraminifères : *Textularia* et *Nodosaria* ; — *Globigerina*, *Cristellaria* et *Operculina* (?).

Bivalves : *Pecten*, *Lima* et *Arca* ; *Venus Hupfeldi*, BÖHM, n. sp., qui, d'après son aspect extérieur, serait une variété de *Textivenus*, OPPENHEIM.

Gastropodes : *Turitella*, laquelle serait très voisine de *T. Eschi*, OPPENHEIM.

Après avoir signalé ces espèces, l'auteur tire de leur présence les conclusions suivantes : les calcaires de la Lama sont d'origine éocène parce qu'il s'y trouve une espèce voisine de *Turitella Eschi*, laquelle se rencontre, au Cameroun, associée à des fossiles éocènes. Ce diagnostic serait confirmé par la présence de *D. cylindracea*.

M. v. Ammon (2) qui a étudié le calcaire d'Abadion (gisement de Missinicondji) y signale :

Fragments d'échinodermes ;

Gastropodes : *Cerithium*, *Turitella* ;

Bivalves : *Cytherea* ;

Sections de coraux (voisins du genre *Turbinolia*) ;

Des morceaux de pinces d'un crustacé dont il a fait une espèce nouvelle (*Calianassa Seefriedi*, AMMON).

Cet auteur conclut également à la présence de l'éocène, en raison de l'aspect général de l'échantillon. Il remarque que le calcaire de la Lama proprement dite et celui de Missinicondji ne sont pas rigoureusement identiques, mais ont des formes parentes. Il indique aussi que malgré la présence d'espèces communes

1. J. Böhm, *loc. cit.*

2. V. Ammon, *loc. cit.*

non caractéristiques) à Missinicondji et au Cameroun, l'identification de ces deux formations n'est pas actuellement possible, et que d'ailleurs les gisements du Cameroun ont une constitution pétrographique très différente.

Aux espèces précitées, qui accusent une origine nettement marine, il convient d'ajouter un grand nautilé, qui, d'après M. Douvillé, *pourrait* être voisin de ceux rencontrés au Sokoto, (mais qui en tous cas est en trop mauvais état pour pouvoir être déterminé), et des dents d'un squalé que M. Thevenin pense avoir appartenu soit au genre *Lamna*, soit au genre *Oxyrhina*.

Dans tous les cas, le meilleur argument — et de beaucoup — qui permette de rapporter cette formation à l'époque éocène est, sans contredit, la présence de *Dactyloporacylindracea*, mais cette espèce est inexistante dans les échantillons que j'ai recueillis. M. Douvillé a bien voulu me faire remarquer qu'on trouve en abondance, au milieu de ces calcaires, un fossile qui pourrait, *peut-être*, être rapporté au genre *Dactylopora*, mais à une espèce différente ; en tous cas, la cristallisation de la calcite ne permet pas de reconnaître, dans une coupe mince, la constitution originelle de l'algue. De plus les nummulites font totalement défaut ici, ce qui est grave pour une formation dans laquelle ils devraient être abondants.

Quoiqu'il en soit, on ne peut que se ranger à l'opinion formulée par les auteurs allemands, car, si dans les échantillons recueillis, aucun élément ne vient fournir une justification décisive, rien, dans l'examen des espèces observées, ne vient infirmer l'opinion émise.

Les conditions dans lesquelles se présentent les fossiles signalés, qui sont presque toujours brisés, indique que le dépôt au milieu duquel on les rencontre s'est fait à proximité d'un rivage. Ce renseignement est corroboré par le voisinage des plateaux cristallins du nord, qui, à l'époque où ce dépôt s'est formé, avaient déjà acquis leur stabilité depuis très longtemps.

Ainsi non seulement l'aire occupée par la formation éocène (?) correspond à la zone marécageuse de la Lama, mais encore celle-

ci marque partout la bordure d'un rivage très ancien (schistes cristallins et roches éruptives anciennes).

ÉTENDUE, ORIGINE

Des recherches récentes (1) ont montré, ce qui était d'ailleurs naturel, que cette formation n'était pas particulière au Dahomey. Dans la Nigeria méridionale, on sait aujourd'hui qu'au sud de la région cristalline d'Abéokouta se trouvent des régions analogues à celles de la Lama et, en plusieurs points de la partie méridionale de la colonie anglaise, on a signalé des gisements fossilifères rapportés également à l'éocène. Il n'est pas douteux qu'il en soit ainsi pour le Togo, puisque le banc calcaire de Missinicondji pénètre en territoire allemand, mais aucun des documents publiés jusqu'à ce jour n'en fait mention (2).

Il est malaisé de se faire une opinion sur les causes qui ont provoqué l'allure topographique — en fossé — de la Lama. La brusque dénivellation de cette région par rapport aux plateaux qui la bordent suggère tout d'abord l'idée d'un décrochement vertical.

D'après M. le Capitaine Fourn, on retrouverait, sous le plateau d'Ouagbo, un conglomérat ferrugineux analogue à celui de Kinta, et affleurant au même niveau. Comme j'attribue la formation du conglomérat de Kinta à la décomposition sur place de roches cristallines, il n'est pas impossible qu'il en soit de même à Ouagbo. Mais dans les deux cas, on ne connaît pas la roche sous-jacente, et le plateau d'Ouagbo reposerait-il sur des granites ou des gneiss, qu'il n'aurait jamais représenté qu'un îlot peu développé, car nulle part ailleurs au sud de la Lama, on ne se trouve autorisé à admettre la présence, sur de grandes étendues, de roches cristallines en profondeur. D'autre part le passage de la région calcaire à la région gneissique, le long du Mono, ne se traduit par aucun acci-

1. Parkinson, *loc. cit.*

2. On constate en effet que dans le Togo, sur la rive droite du Mono, précisément à la hauteur de Missinicondji, se trouve une région marécageuse très étendue, désignée sous le nom de Sumpfgebiet Bado. Il est évident que cette région est le prolongement géographique de la Lama, et il n'y a pas de raison pour que cette région n'ait pas la même constitution géologique.

dent justifiant l'hypothèse d'un décrochement vertical. Il est donc plus raisonnable d'admettre que la mer éocène venait simplement finir à la région cristalline, d'altitude médiocre, laquelle se terminait soit par une côte à pente assez douce comme dans le bassin du Mono, soit par une falaise d'altitude moyenne, comme aux plateaux d'Abomey et de Zagnanado. Dans ces conditions les plateaux gréseux du sud de la Lama auraient été tout entiers formés postérieurement, la mer éocène s'étendant d'abord librement vers le sud, comme tout porte à le croire. A quoi est dû alors le brusque relief de la bordure méridionale de la Lama, surtout formée de plateaux gréseux ? L'insuffisance de nos moyens d'investigation ne permet pas actuellement de le dire. En tous cas, il serait inexact de supposer que la Lama représente, du moins sur toute sa longueur, un ancien détroit limité au nord par des terrains cristallins, au sud par des terrains anciens ayant servi de sous-bassement aux plateaux gréseux actuels. Ce qui doit écarter cette théorie, c'est qu'il semble bien que la zone calcaire se poursuive, en profondeur sous les plateaux gréseux (notamment celui des Adjas) montrant ainsi qu'aucune côte ne venait limiter la mer éocène (?) vers le sud.

Les régions voisines de la Lama.

A) L'OUÉMÉ ENTRE OUÉMÉTO ET DOGBA

Jusqu'à l'embouchure du Zou, cette partie du cours de l'Ouémé est considérée comme appartenant à la Lama. Au delà, jusqu'à Dogba, le fleuve traverse encore une région très mal connue, qui apparaît dépourvue de relief et qui est régulièrement inondée par les débordements du fleuve. Sauf les objections que les recherches postérieures pourront fournir, cette région ne paraît pas non plus devoir être détachée de la Lama.

D'ordinaire les berges sont très basses. Elles sont exclusivement formées des alluvions actuelles du fleuve, analogues à celles du Mono. Lorsqu'elles se relèvent un peu, elles présentent les entailles successives qui marquent les niveaux différents de chaque crue. A Sagon, les rives dominent exceptionnellement le

fleuve de quelques mètres : c'est le point où elles sont le plus hautes. Elles sont taillées à pic et laissent voir des lits de cailloutis très fins, toujours d'allure sinueuse, provenant de dépôts torrentiels. Exceptionnellement on trouve en ce point un peu de terre de barre.

En face de l'embouchure du Zou, les berges laissent voir de nombreux dépôts torrentiels d'argiles diversement colorées qui forment comme des lambeaux au milieu des autres alluvions.

A Bonou, la rive a trois mètres environ de hauteur, cependant on se trouve encore dans la zone inondée, comme l'indiquent la nature du sol (argile noire) et la présence exclusive d'habitations construites sur pilotis.

B) RÉGIONS SITUÉES A L'EST DU MONO

En dehors du plateau de Locossa, la région comprise entre le Mono (en aval d'Alovicoté) et le lac Toho, est occupée par des dépressions marécageuses analogues à celles qui existent entre le Mono et la rivière Sazué. Elle est le plus souvent recouverte d'argile brune déposée lors des débordements du fleuve ou des rivières environnantes. On trouve encore des espaces peu considérables où le sol est formé d'un sable blanc argileux, et qu'il n'est pas indifférent de connaître, puisque c'est là surtout que les Còs et les Sahoués creusent leurs puits. Enfin il faut signaler encore les terrasses de galets roulés, disséminés dans le pays, et qui marquent le passage d'un fleuve puissant, le Mono par conséquent.

1^o DÉPRESSIONS MARÉCAGEUSES

On a vu précédemment la présence de dépressions marécageuses entre Athiémé, Dequénou et Ahoho, et sur la route d'Athiémé à Djenougui. On en trouve régulièrement aussi entre Bossa Condji et Médenta, entre Alovicoté et Agokoué (jusqu'à 1 kilomètre avant ce dernier village) et entre Djenougui et Avedji. Dans cette région apparaissent parfois les sables torrentiels du Mono, soit qu'ils affleurent à la surface, comme à Dequénou, soit qu'ils soient recouverts d'argile brune comme dans les puits

d'Animé et d'Adjovi, celui-ci renfermant en outre un sable micacé fin, très compact, et une couche de graviers roulés.

D'Athiémé à Sazué Pota, les dépôts alluvionnaires des fleuves dominant, puis le sol se relève un peu, et pendant un kilomètre environ la terre de barre seule apparaît. Mais bientôt après, se rencontre une nouvelle dépression marécageuse qui marque la base du plateau de Locossa. Entre Locossa et Houin, on trouve encore une dépression profonde analogue aux précédentes (Fig. 27).

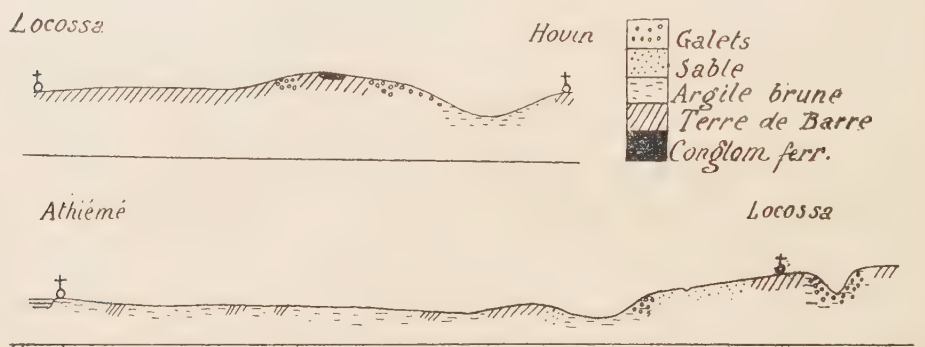


Fig. 27. — Profil le long du sentier Athiémé-Locossa-Houin.

Echelle des longueurs $\frac{1}{6.000}$ env. ; échelle des hauteurs $\frac{1}{120.000}$ env.

La droite inférieure horizontale correspond au niveau de la mer.

Sur la route d'Avedji à Zougbonou, les dépressions marécageuses sont également fréquentes. On en trouve une première à un kilomètre d'Avedji ; une seconde à 2 kil. $\frac{1}{2}$, mais dont le fond est marqué par du sable (1) ; une troisième, plus vaste, à 3 kil. à l'est de Sounou.

L'ensemble de toutes ces dépressions montre que toute la partie comprise entre le Mono et le plateau des Adjas est une région basse où les eaux trouvent difficilement un écoulement. J'en tire-
rai argument plus loin pour la rattacher à la Lama.

1. On remarque dans la seconde un puits où l'eau suinte avec une certaine rapidité et dont le fond est formé par une couche d'argile compacte bleuâtre, au-dessous du sable.

2° RÉGIONS SABLONNEUSES

Au voisinage de Locossa, entre le village et la dépression marécageuse ; à Zoughonou, dans un terrain en contre-bas ; enfin à 3 kilomètres de Sé, sur la route de Sé à Onhoué, le sol est recouvert sur une assez grande surface, d'un sable généralement très blanc. Les indigènes ont creusé en ces points des puits dont la profondeur maximum est de quatre mètres environ et qui n'ont de l'eau qu'à l'hivernage. Dans ces excavations, à mesure qu'on s'enfonce, on trouve un sable à la fois plus blanc, plus riche en argile et plus fin. A la base il se forme une sorte de grès argileux friable, mais qui peut acquérir une certaine consistance. Ces régions sablonneuses sont toujours entourées de terre de barre, qui les domine et à laquelle elles passent d'une façon toujours insensible. Il paraît donc logique d'admettre qu'on est en présence de zones longtemps inondées dans lesquelles les eaux ont déterminé un lessivage complet de la terre de barre et où, pour des causes qui nous échappent, les dépôts d'argile brune ne se sont pas effectués.

3° TERRASSES DE GALETS

En de nombreux points, situés généralement au voisinage du sommet des plateaux ou des ondulations du terrain, ou bien encore dans le lit du Mono et de la rivière Sazué, le sol est recouvert en plus ou moins grande abondance de galets. Le gisement le plus typique est celui de Locossa, au sortir de ce village, sur la route de Lalo, dans une sorte de ravin où passe une petite rivière. A flanc de coteau et d'autant plus nombreux qu'on s'élève davantage, on trouve des galets ellipsoïdaux de quartz, légèrement aplatis, et dont le grand axe mesure, en moyenne, 6 à 7 centimètres. Leur abondance sur le sentier est telle, qu'on a parfois l'impression de marcher sur une route pendant l'empierrement. De part et d'autre, les talus, qui n'ont pas été remaniés montrent sur toute leur épaisseur des lits de ces galets, noyés dans l'argile noire alluvionnaire (Pl. XV, 1). Ils sont toujours disposés de façon à avoir leur grand axe parallèle et toujours horizontal, ce qui indique bien un dépôt de fleuve. Des gisements identiques se retrouvent aux points suivants :

1° Au nord de la dépression marécageuse sur la route de Sazué Pota à Locossa ;

2° Au-dessus de la dépression marécageuse sur le sentier de Locossa, à 2 kil. avant ce dernier village ;

3° Sur la route de Lalo à Locossa, d'une façon à peu près constante, pendant 7 kil. environ depuis Locossa : soit que les galets se trouvent noyés dans l'argile brune, soit qu'ils aient été englobés dans un conglomérat ferrugineux ;

4° Sentier de Sounou à Houin, à proximité de ce village ;

5° A Tsikihoué, où ils sont cimentés par l'hydrate de fer ;

6° Sur la route de Parahoué à Oumkémé, en des points situés respectivement à 3 kil., 1 kil. et 0 k. 700 de ce dernier village ;

7° Sur la route d'Aïlémé à Oumkémé, à environ 1 kil. d'Aïlémé ;

8° Au-dessus de la dépression que domine Agokoué, sur le sentier d'Alovicoté à Agokoué ;

9° A 500 mètres de Zougbonou, sur le sentier de ce village à Sé ;

10° Dans le lit de la rivière Sazué, en aval du gisement calcaire précédemment signalé ;

11° Dans le lit du Mono : au-dessus d'Oumkéné, à Oumkémé même et à 2 kilomètres en aval ;

11° A 3 kil. en amont de Médenta ;

12° A Missiniconджи, et en aval de ce village.

En de nombreux points, notamment pour tous les gisements dont Locossa est le centre, il est intéressant de constater que ces dépôts occupent un horizon constant, et que, selon toute vraisemblance, ils forment une zone continue. En outre, l'altitude à laquelle on les trouve à Locossá et aux environs de Parahoué, montre combien le régime du fleuve était différent de ce qu'il est aujourd'hui, puisque ces points dominent le lit actuel d'environ 30 mètres. Il ne semble pas douteux d'autre part que ces galets aient été apportés par le Mono, étant donné que la zone qu'ils occupent ne s'étend qu'à une certaine distance du fleuve actuel, le seul de toute la région.

AFFINITÉS DE LA LAMA ET DES RÉGIONS VOISINES

Cette zone, comme on voit, empiète sur les limites que j'ai assignées d'abord à la Lama. Nous possédons maintenant de nom-

breux arguments pour prolonger celle-ci jusqu'au delà du Mono : la partie comprise entre le lac Toho, la rivière Sazué et le Mono en amont de Médenta en devenant comme une annexe. Ce sera comme une partie qui aura plus rapidement évolué, qui se sera légèrement modifiée, mais voilà tout. Dans les pages qui précèdent, j'ai accumulé les preuves d'une telle démonstration. Je les énumère ici.

1° Les formations géologiques qui semblent occuper la totalité de la surface de la Lama traversent le cours actuel du Mono.

2° La région marécageuse reprend au delà de la rive droite du Mono, occupant une importante surface dans le Togo.

3° La vallée du Mono s'est étendue jusqu'au Toho et au delà de la rivière Sazué, comme le prouvent les terrasses de galets. Nécessairement elle ne se différenciait guère de la région devenue la Lama.

4° Aucune hauteur notable ne se rencontre aujourd'hui encore entre le Mono et la rivière Sazué. Bien mieux, quoique l'altitude de la seconde soit supérieure à celle du premier, ils n'en communiquent pas moins entre eux par les dépressions perpendiculaires à leur direction.

5° Enfin la Lama et la région comprise entre le plateau des Adjas et le Mono ont un relief analogue, savoir : une région basse partiellement submergée aux pluies, au milieu de laquelle se dressent quelques plateaux isolés (Pendji, Agbodji, Locossa, Houin).

Sans doute, il serait imprudent de vouloir identifier cette zone avec la Lama, avec laquelle elle ne communique pas largement, et dont la différencie son évolution actuelle. Mais il conviendra de ne pas oublier, lorsqu'on sera amené à faire une étude de détail, que les deux régions ont, du moins pour la plus grande partie, une origine identique et qu'elles ont conservé de nombreux points communs. L'individualisation du cours du bas Mono, à une époque récente, bien après que la mer tertiaire s'était retirée, est sans doute la cause la plus importante de la différenciation de ces deux contrées limitrophes, puisque la région marécageuse se retrouve de part et d'autre de ses rives.

§ 6.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Ainsi les terrains sédimentaires de la région côtière du Dahomey se seraient individualisées depuis l'époque éocène jusqu'à nos jours. La seule formation d'âge géologique appréciable est la région calcaire qui traverse toute la colonie à la hauteur du 7^e parallèle. Postérieurement à cette formation on trouve des dépôts continentaux dont les plus anciens sont les grès du plateau des Adjas qui surmontent immédiatement les calcaires. Puis viennent les grès du plateau de Dogba et les formations recouvertes de ce dépôt détritique auquel on a donné le nom de terre de barre. Enfin, contre l'ancien rivage constitué par ce dépôt, la mer est venue appliquer un cordon littoral tout récent, lequel a déterminé l'établissement de lagunes. En même temps, les principaux fleuves laissaient de puissantes alluvions de part et d'autre de leur cours et comblaient peu à peu les anfractuosités de la côte ancienne : le plus puissant d'entre eux, l'Ouémé, y créant même un important delta.

X

LES MASSIFS CRISTALLINS DE LA RÉGION CENTRALE

§ 1

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

On peut dire que les régions dont il sera question désormais, dans ce chapitre et dans les suivants, font partie du puissant massif cristallin ancien occupant la presque totalité des territoires compris dans l'ensemble de la Boucle du Niger. Il ne faut cependant pas croire que les roches éruptives ou métamorphiques s'y rencontrent d'une façon exclusive. On trouve au contraire, sur de très vastes espaces même, des formations sédimentaires ; mais celles-ci ne représentent que des îlots recouvrant le sous-bassement cristallin, qui reparaît tout autour.

La région centrale de la colonie, qui fera l'objet de ce chapitre est caractérisée, au point de vue du modelé, par une vaste plateforme dont l'altitude varie entre 200 et 400 mètres, et sur laquelle se dressent de petites chaînes, d'orientation N-S. au sud, N.N. E-S.S.W au nord. Au point de vue pétrographique, elle est presque exclusivement formée de granites et de gneiss, dont les affleurements se retrouvent très souvent à quelques centaines de mètres seulement l'un de l'autre : c'est dire avec quelle précision peuvent être indiquées sur la carte, dès maintenant, les variations de la constitution du sol.

Cette région est extrêmement vaste. Elle commence à la bordure septentrionale de la Lama, et se poursuit jusqu'à l'Atacora et jusqu'aux plateaux gréseux des bords du Niger, qui commencent au nord de Banikoara et à Zougou.

A l'ouest, elle se prolonge très loin dans le Togo. A l'est, sous la même latitude, on la trouve dans la Nigeria anglaise, où elle dépasse certainement la vallée du Niger.

Dans la série des granites et des gneiss, les roches de la région centrale présentent des variations assez notables. Comme il n'est du reste point possible d'embrasser d'un seul coup une zone géologique aussi vaste, je l'ai divisée en une série de petites régions que j'étudierai séparément : chacune d'elles étant généralement caractérisée par une particularité, parfois très faible, il est vrai, dans la constitution pétrographique.

Dans toutes les régions où les roches cristallines acides dominent, la plupart d'entre elles ont subi des actions mécaniques puissantes. On verra plus loin les hypothèses que je fais quant à leur genèse. Mais comme je considère qu'il est *actuellement* impossible, dans beaucoup de cas, de distinguer avec certitude les roches éruptives pressées (orthogneiss) (1) des gneiss qui sont dus soit à un métamorphisme de contact, soit à un métamorphisme dynamique (paragneiss), et qu'on ne peut pas non plus exprimer les variations infinies d'allure de toutes ces roches, j'ai adopté, pour la partie descriptive, les termes suivants :

Granite. — Roche nettement éruptive, caractérisée par l'association de feldspathacide, de quartz et de mica, amphibole ou pyroxène. Ces éléments sont répartis d'une façon homogène dans toute la roche et les minéraux ferro-magnésiens ont généralement cristallisé *avant* les éléments blancs.

Gneiss. — Roche non nettement éruptive dont tous les éléments apparaissent orientés, du moins dans les grands échantillons. On peut y rencontrer la biotite partiellement individualisée avant les feldspaths, mais en outre on l'y trouve très abondamment développée postérieurement aux éléments blancs, soit en lits, en zones, ou encore en plages remplissant comme les vides

1. Rosenbusch, *loc. cit.*, p. 484 et suiv.

laissés par les autres éléments. Les cristaux sont toujours associés suivant des directions constantes, ce qui contribue beaucoup à donner à la roche son aspect caractéristique.

Pour la clarté des descriptions, je distingue arbitrairement pour les gneiss du Dahomey deux types principaux caractérisés par leur structure.

a) *Gneiss normal ou gneiss feuilleté*. — Formé de bandes parallèles, plissées ou rectilignes, d'éléments blancs et d'éléments colorés.

b) *Gneiss granitoïde*. — Roche offrant l'aspect d'un granite, mais à éléments constamment orientés. Cette roche, qui, au Dahomey, occupe des espaces considérables, possède souvent de très grands feldspaths, à contour à peu près net, comme le granite porphyroïde. Les agrégats de biotite ou d'amphibole moulent toujours les grands cristaux. Par sa structure, cette roche est nettement différente des granites qui la traversent.

Je crois que dans la formation de ces gneiss la part qui revient au métamorphisme de contact est très limitée ; parce que, si l'on considère un massif gneissique très étendu, on voit que sa constitution est identique en tous les points. Elle ne varie qu'au contact immédiat du granite, mais les modifications apportées ne sont appréciables que sur une étendue insignifiante.

Les dénominations de roches autres que les granites et les gneiss sont conformes à celles adoptées généralement.

LE MOYEN MONO

Je comprends dans ce premier paragraphe les territoires français qui font partie du bassin du Mono, au-dessus d'Alovicoté. La limite septentrionale de ce-bassin se trouve sur la route de Thoun (1) à Agouna, au voisinage d'Avégamé; bien que cette limite n'ait aucune valeur au point de vue géologique, je l'adopterai pour la commodité de la description.

Cette région comprend deux parties bien distinctes. La vallée du fleuve, où les granites et les gneiss affleurent d'une façon presque constante, et les territoires avoisinants, où les masses détritiques masquent souvent la roche sous-jacente. Le versant français s'élève rapidement au-dessus du fleuve pour former une sorte de plateau (Parahoué) à l'extrémité septentrionale duquel, à Thoun, apparaissent quelques formations gréseuses, analogues à celles du plateau des Adjas.

A) Le Mono, d'Alovicoté au rapide d'Adjarala.

Dans cette partie, le lit du fleuve est encore creusé dans les alluvions qui ont été déblayées; mais celles-ci ont une épaisseur d'autant moins grande qu'on remonte davantage vers le nord, et vers Oumkémé elles finissent par disparaître presque complètement. Le courant a mis à nu les affleurements rocheux, et il est aisé d'examiner ceux-ci, puisque pendant la saison sèche, le fleuve est réduit à un mince filet d'eau. Ce sont surtout des gneiss, traversés de filons éruptifs (granite principalement) qui les ont fréquemment injectés.

1. On écrit Thoune, Thoun ou Toun. Les indigènes disent souvent Tohon.



LE MONO A ATHIÉMÉ (basses eaux).

Cliché H. Hubert.



LE BAS COUFFO (saison sèche).
(Palétuviers).

Cliché H. Hubert

Il est utile de signaler dès maintenant le peu de variations dans l'orientation des affleurements gneissiques d'une même région. Il y a d'ailleurs trois éléments susceptibles d'une orientation propre pour un même massif.

1° Les minéraux mêmes de la roche ou bien les plus grands d'entre eux (feldspaths) sont disposés de telle manière que leurs plus grandes dimensions soient parallèles ; ou bien ils sont groupés en lits de même direction. Dans les deux cas il se forme des plans de schistosité parallèles, soit sinueux, soit rectilignes. Lorsqu'ils sont rectilignes, leur trace sur le plan d'affleurement offre une orientation qui peut être caractéristique.

2° L'affleurement tout entier, grâce à l'existence des plans de schistosité rectilignes, vient présenter lui aussi, dans son ensemble, une orientation. Celle-ci n'a d'intérêt que lorsqu'elle coïncide avec la précédente.

3° Les hauteurs qui composent un massif peuvent présenter, elles aussi, une orientation typique, soit indépendante de celle des feuillets gneissiques (si leur formation est due à des causes tectoniques), soit identique à celle des feuillets gneissiques si ces accidents ont été individualisés par l'érosion. Ce dernier cas est très fréquent au Dahomey.

Les orientations que je donnerai par la suite seront toujours celles de la trace des plans de schistosité rectilignes de la roche sur le plan d'affleurement supposé horizontal. Ces plans de schistosité sont presque partout redressés verticalement. Dans les quelques cas où ils ne le sont point, j'indiquerai, en degrés, la valeur de leur pendage, la direction de l'horizontale correspondant à 0°.

Les roches gneissiques du Mono ont toujours une direction comprise entre Nm 55° — E et Nm — 30° — E, cette dernière étant de beaucoup la plus fréquente.

D'Alovicoté au rapide d'Adjarala on trouve quatre gisements successifs. Le premier apparaît à environ 2 kil. en amont d'Alovicoté, sans qu'aucune formation, en dehors des alluvions récentes du fleuve, soit à signaler entre ce point et le gisement calcaire de Missiniconджи.

Cet affleurement est tout d'abord marqué par un feuillet de

gneiss très étroit traversant le fleuve à peu près normalement, avec une direction Nm — 30° — E. Puis, à environ 200 mètres de là, se présente un banc continu de même orientation que le précédent et barrant le fleuve pendant 400 mètres. Les feuillets qui le constituent s'élèvent davantage au niveau de la rive allemande. Ils ont un pendage normal de 30°, lequel devient vertical par instants. Ils sont constitués soit par des gneiss feuilletés normaux, soit par des gneiss finement rubanés, soit par des schistes micacés. Toutes ces roches, qui ont subi des actions dynamiques extrêmement puissantes, sont évidemment des sédiments métamorphisés (paragneiss).

Les schistes micacés affectent fréquemment des ondulations nombreuses, indiquant qu'ils ont eu une grande plasticité. Enfin un banc rocheux, à 200 mètres du précédent, offre les mêmes caractères. Il est formé d'un gneiss analogue au premier feuillet rencontré.

Le second gisement se développe dans le lit du fleuve, sur 800 à 1.000 mètres de longueur. Le Mono décrit en cet endroit une courbe assez prononcée, cependant que le gneiss conserve une orientation Nm — 50° — E, si bien qu'issu de la rive française on le voit y rentrer en amont, à l'emplacement de l'ancien village d'Aïlémé.

Les gneiss de ce second gisement appartiennent à un type unique. Leur affleurement les montre discontinus, irréguliers et ayant subi des phénomènes de torsion suivis de fractures normales à leur allongement. Les eaux y ont déterminé, dans le sens de la longueur, de curieuses cannelures parallèles. Les plans de schistosité de la roche sont le plus souvent redressés verticalement. Certains bancs situés en amont affectent cependant un pendage de 40°.

Le troisième gisement traverse le fleuve obliquement, il en barre le lit sur 300 mètres environ. Il se trouve à environ 3 k. 500 en amont d'Oumkémé. Les roches qui le constituent affectent toutes une direction rectiligne. Leur orientation est Nm — 55° — E; ce sont successivement de la rive gauche à la rive droite :

1. Aplite.
2. Pegmatite écrasée.
3. Gneiss granitoïde, mais à éléments moyens.
4. Schiste métamorphisé.
5. *Id.* (très décomposé).
6. Pegmatite écrasée (type 2).
7. Gneiss feuilleté.
8. Gneiss granitoïde (type voisin du 3).

Il est intéressant de noter que l'altération et la coloration superficielle de ces roches varie pour chacune d'elles. Ainsi les aplites se désagrègent en cubes, dont l'une des arêtes coïncide avec la direction du filon. La surface de ces roches est lisse, mais comme elles sont relativement poreuses, le dépôt d'hydrate de fer y est abondant et de couleur noire.

Les roches des types 2 et 6 ont leur surface rugueuse, elles se débitent suivant des directions sinueuses ; une telle disposition favorise les accumulations d'hydrate de fer, aussi le dépôt superficiel y est-il uniformément noir.

Quant aux autres roches, elles ne sont recouvertes que d'un léger dépôt de limonite, et n'ont qu'une coloration superficielle rougeâtre. Les types 3 et 8 sont polis par le courant, les types 4 et 5 sont au contraire burinés par les eaux suivant leurs directions de moindre résistance (1).

Le gisement d'Oumkémé est le dernier que j'aie relevé, mais il en existe bien d'autres en amont, le Mono à partir de cet endroit coulant presque constamment sur un lit de roches. Il est formé par deux groupes d'affleurements, ceux d'Oumkémé proprement dits, et ceux d'Adjarala, séparés par un bief peu important.

La pétrographie de chacune de ces deux séries d'affleurements est fort compliquée. D'une façon schématique, les affleurements d'Oumkémé sont constitués de la façon suivante :

1. *a) En aval d'Oumkémé :*

1. Ce point est le dernier, en amont, où les berges à pic dominant le lit du fleuve de plusieurs mètres. C'est aussi le dernier endroit où l'on trouve, sur la rive allemande, l'argile brune craquelée, surmontée d'argile jaune à lits horizontaux de graviers, avec des lentilles de sables torrentiels, le tout dominé par le manteau d'alluvions brunes actuelles.

1. Gneiss très plissé traversé de filons souvent fort larges de granite et de pegmatite, ceux-ci englobant souvent les masses gneissiques qui s'y trouvent incorporées.

b) A la hauteur d'Oumkémé :

2. Gneiss grenatifère, à schistosité rectiligne, d'orientation Nm — 30° — E.

3. Gneiss très plissé, analogue au type 1, mais injecté régulièrement par des filons de granite d'orientation Nm — 30° — E. Le contact de ces deux roches a le plus généralement lieu par l'intermédiaire d'une pegmatite, en minces filons. Dans cette formation, comme dans celle du type 1, la netteté des contacts est remarquable, le gneiss apparaît comme tranché par la roche éruptive.

Mais cette succession d'affleurements est loin d'être aussi simple que je l'indique. Les contacts, qui sont fréquents, sont extrêmement variés. En outre, le gneiss du type 2 se retrouve à 300 mètres, puis à 1 kilomètre en aval du pointement de gneiss 1 ; entre l'affleurement de gneiss 1 et celui de gneiss 2, on rencontre encore un gneiss à grossulaire généralement plissé et différent de tous les autres ; enfin, sur le chemin qui vient d'Ailémé, et qui conduit au Mono, il existe de part et d'autre et très près du village d'Oumkémé, des filons de pegmatite d'orientation Nm — 30° — E qui se prolongent jusqu'au fleuve et se raccordent avec les précédents. Au point où le sentier finit, sur la berge, des masses granitiques viennent buter contre ces filons de pegmatite.

La variété de composition des roches de ces affleurements se traduit par une variété d'aspect. Le gneiss à grossulaire, dont les plans de schistosité sont inclinés de telle manière que leur point le plus élevé soit en amont, forme ainsi une barrière compacte et puissante. Les autres roches ont été au contraire nivelées à une hauteur très faible au-dessus des basses eaux et, en amont d'Oumkémé, un grand nombre de blocs ont été arrachés, puis entassés les uns sur les autres d'une façon chaotique.

Les affleurements d'Adjarala sont discontinus ; ils ne barrent point complètement le fleuve, sauf le premier cependant, qui forme un obstacle peu important, et le dernier où je me sois arrêté, qui domine les basses eaux de quatre mètres environ, et

d'où le fleuve s'écoule, en saison sèche, par une petite cascade, déjà mentionnée.

Les types de roches rencontrés, de l'amont à l'aval sont les suivants (Fig. 17) :

1. Granite riche en quartz, pauvre en éléments colorés, rappelant assez par son aspect les quartzites, d'autant plus qu'il a été débité par les actions superficielles en plaques épaisses, grossièrement parallèles et présentant un pendage d'environ 40°.

2. Gneiss clair, très plissé, traversé par le granite précédent qui le surmonte fréquemment.

3. Boules de granite isolées, atteignant 1 m. 50 de diamètre.

4. Gneiss très plissé, à plans de schistosité redressés verticalement, traversé de filons granitiques.

5. Contact de granite et de gneiss très plissé (types 1 et 2).

6. Boules de granite isolées.

7. Granite (type 1) avec enclaves de gneiss plissé.

8. Contact de granite et de gneiss plissé.

9. Diorite écrasée, passant à un gneiss amphibolique, très plissé, à surface caverneuse. On trouve aussi en ce point la diorite associée à un granite.

10. Gneiss très plissé, avec un peu de granite; un peu plus loin au contraire, le granite devient prédominant, avec petites enclaves de gneiss très plissé.

11. Gneiss très plissé dont la surface est profondément burinée par les eaux.

12. Gneiss très plissé.

13. Granite normal avec enclaves de gneiss à biotite, très plissé, et traversé de filons d'une pegmatite souvent écrasée, à gros éléments (10 cm.). Les salbandes de ces filons sont formées de pegmatite à éléments moyens, puis, au contact du granite, de pegmatite graphique à très petits éléments. Ces roches sont remarquablement polies par les eaux. Un peu plus loin, le gneiss plissé devient prédominant et se trouve lardé de filons granitiques.

14. Granite.

15. Boules de granite.

16. Gneiss très plissé.

17. Granite et gneiss (celui-ci peu abondant).

18. Contact des roches 1 et 2 avec un gneiss très foncé, riche en biotite. C'est cette association qui forme le barrage le plus important du rapide. Le granite surtout est plus résistant. Aussi tandis que les gneiss se trouvent plus facilement débités par les eaux suivant leurs plans de schistosité, lui seul se trouve simplement poli.

Par contre il apparaît plus généralement perforé par des marmites de géants (Pl. XI. 1 et 2), car, en raison de son homogénéité, il ne s'effrite pas lorsque la paroi commune des deux marmites devient mince.

A Adjarala les roches sont polies, mais rarement recouvertes d'un dépôt d'hydrate de fer. Cela tient très vraisemblablement à la vitesse du courant, qui provoque une usure beaucoup plus rapide que ne l'est la formation d'un dépôt chimique.

En résumé on voit que la roche ancienne et aussi la plus abondante dans les affleurements d'Oumkémé et d'Adjarala, est un gneiss à biotite très plissé. Celui-ci est fréquemment traversé de granite qui le larde de filons ou qui s'est épanché par-dessus après en avoir arraché parfois des morceaux qu'il a englobés dans sa masse. D'autre part, le gneiss à amphibole et la diorite sont exceptionnels.

A Adjarala les filons ne présentent pas de direction caractéristique. Quelques-uns d'entre eux ont bien une orientation Nm — 80° — E, mais celle-ci n'est point généralisée.

Tous les affleurements rocheux du Mono constituent des accidents notables. Ils donnent tous naissance à des *rapides*. Celui d'Adjarala (Pl. X, 2) est de beaucoup le plus important : les eaux qui ne couvrent pas entièrement les roches pendant l'hivernage, acquièrent une force destructive considérable, comme l'attestent la formation des marmites de géants, l'usure rapide et le polissage des roches, et le déplacement de blocs atteignant 2 m. de côté.

B) D'Oumkémé à Dossouhoué.

Le bassin du Mono, d'Oumkémé à Dossouhoué, est formé d'un sous-bassement de roches gneissiques, dont les affleurements, sans intérêt, sont suffisamment nombreux pour qu'on ait la certitude de leur continuité en profondeur. Au-dessus s'étale un puissant revêtement de roches détritiques, dominant de beaucoup la vallée du fleuve ; les eaux y ont creusé des dénivellations étroites, mais à pente très brusque. Au nord, ces dénivellations sont plus largement accentuées et donnent l'impression de petites collines parallèles entre Thoun et Dossouhoué.

OUMKÉMÉ A PARAHOUÉ

La route d'Oumkémé à Parahoué passe tout d'abord sur les alluvions récentes du Mono, au milieu desquelles se trouvent précisément les lits de galets quartzeux provenant du fleuve. A partir de ce point, la formation superficielle redevient la terre de barre.

A 2 kilomètres environ d'Oumkémé, on rencontre successivement : une association de gneiss et de pegmatite ; puis, un peu plus loin, une pegmatite à gros éléments ; et à 4 kilomètres d'Oumkémé, une pegmatite normale. Toutes ces roches sont très altérées.

A 6 kilomètres environ d'Oumkémé, une dépression importante (25 mètres environ), dont le fond est occupé par un affluent-insignifiant du Mono, a ses deux versants constitués comme il suit :

a) Versant méridional :

3. Grès à ciment ferrugineux, offrant des zones parallèles très fines, formation superficielle analogue au type 2 de Séhoumi.

2. Conglomérat formé de débris de gneiss cimentés par de la silice. Les éléments de cette roche sont peu abondants et ils représentent un dépôt d'une faible épaisseur.

1. Gneiss plissé, très altéré, analogue à celui d'Oumkémé.

b) Versant septentrional :

4. Conglomérat ferrugineux (5 mètres) prenant à la base un aspect schisteux, laminé. Ce conglomérat englobe des blocs dépassant 0 m. 50 d'une roche indéterminable avec précision, mais qui est certainement un schiste métamorphisé non complètement digéré au cours de la formation du conglomérat ferrugineux.

3. Grès identique au type 3 du versant méridional (4 mètres).

2. Petit pointement gneissique, riche en quartz, se présentant en baguettes d'orientation parallèle.

1. Conglomérat identique au type 2 du versant méridional (0 m. 50). En dehors du gneiss, cette roche contient des morceaux d'un schiste micacé, présentant des phénomènes de torsion, ainsi que des morceaux de pegmatite.

Au-dessous, le long de la pente, apparaît de la terre de barre masquant sans doute les gneiss.

Immédiatement avant Parahoué, nouvelle dénivellation cou-

ronnée de grès ferrugineux (type 2 de Séhouni). On retrouve ceux-ci sur la route de Parahoué à Tsikihoué (500 mètres de Parahoué).

Le plateau de Parahoué et les environs immédiats sont recouverts de terre de barre sous laquelle apparaît d'une façon constante le conglomérat ferrugineux.

Les gneiss manifestent leur présence à Tsikihoué par l'existence d'un gisement de kaolin ayant gardé intacte la structure de la roche primitive. Cette formation est surmontée d'un conglomérat ferrugineux à galets quarteux analogues à ceux du Mono.

PARAHOUÉ A THOUN

Je n'ai point suivi la route directe de Parahoué à Thoun, mais j'ai fait un crochet par Houétan. Au départ de Parahoué, on aperçoit deux lignes d'ondulations de direction N-S, mais jusqu'à Houétan on ne rencontre superficiellement que de la terre de barre. Aux environs de Houétan, le sol est légèrement surbaissé et la présence d'argile grise atteste la persistance avec laquelle y séjournent les eaux de précipitation. Sur le sentier d'Avégamé, à deux kilomètres environ de Houétan, il existe même une dépression étendue et très profonde dont les bords laissent voir du conglomérat ferrugineux et de la terre de barre, avec au voisinage de la surface, du grès ferrugineux sur une faible épaisseur.

J'ai noté que la terre de barre se trouvait assez fréquemment encore sous cette latitude. Elle se forme dans les mêmes conditions que dans la région Sahoué et que sur le plateau de Dogba, ce qui est tout naturel puisqu'elle est superficielle. Seulement à la hauteur de Parahoué et d'Abomey, son épaisseur est déjà très réduite, et, à moins de 50 kilomètres au nord, on ne la rencontre plus du tout.

On retrouve le grès ferrugineux, dans les mêmes conditions que dans la région méridionale, lorsqu'on descend une brusque dépression, sur le sentier de Houétan à Thoun, à 5 kilomètres du premier de ces villages. Le fond de cette dépression, occupé par un ruisseau, est formé d'argile noire avec, au milieu, des petits graviers et un conglomérat à ciment siliceux, riche en éléments de pegma-

tite, parmi lesquels certains cristaux de feldspath atteignent jusqu'à 8 cm. de longueur.

Ce conglomérat, qui est abondant, se rencontre jusqu'à l'autre bord de la dépression, formé par une colline un peu élevée, et dont il constitue la charpente, avec un grès très riche également en ciment siliceux. Puis, le sentier changeant de direction, le sous-bassement cristallin réapparaît à moins de 10 kilomètres de Houétan. Les pointements sur lesquels on passe montrent, en plan, les types suivants :

1. Association de granite normal et de granite très compact.
2. Gneiss très plissé traversé de filons de granite et de pegmatite.
3. Pegmatite à grands éléments.
4. Granite à grain fin.

Ce gisement est à proximité du Lomo. Dans le lit et sur la rive gauche de ce cours d'eau, il existe un gisement de quartzite, exploité par les indigènes. La constitution de ce gisement est la suivante :

2. Conglomérat ferrugineux, dont le ciment englobe de petites boules de quartzite (épaisseur 0 m. 20);

1. Quartzite débité par l'érosion en boules ayant au plus 0 m. 60 de diamètre.

Ce quartzite est le plus généralement blanc, parcouru parfois de veinules, d'une coloration légèrement différente, s'amastomosant entre elles. Parfois aussi la roche prend une teinte rosée avec des veinules plus claires. Ces variétés de couleurs tiennent à une teneur variable en hydrate de fer. L'ensemble est traversé par une couche de grès noir à ciment siliceux, dont l'épaisseur est très variable.

Les hauteurs de la région de Thoun ont une direction grossièrement E.-W. Entre Thoun et Dossouhoué, elles sont coupées normalement par la route ; leur développement n'a que quelques kilomètres de longueur.

Thoun est au pied d'une de ces hauteurs, formée de masses quartzieuses, d'un greisen (1) très riche en quartz (et contenant des

1. Je désigne par ce nom la roche caractérisée par la présence de quartz et de muscovite, qu'elle contienne ou non de l'étain.

petits grains de magnétite) et d'une pegmatite à muscovite. Toutes ces roches sont débitées en blocs plus ou moins volumineux.

Entre la hauteur de Thoun et la suivante, sur la route de Dossouhoué, se trouve la source Demfoli, décrite précédemment. Le grès blanc au contact duquel l'eau vient soudre à Demfoli est identique à celui de Kpensouhoué ; le grès friable à ciment ferrugineux est identique au type 2 de Séhomi. Il est intéressant de noter ici la superposition de ces deux grès, qui normalement se rencontreraient dans les mêmes conditions sur les bords du lac Ahé, si toutefois ils se trouvaient dans le même gisement. En outre je crois bon de rappeler que le grès blanc de la source Demfoli, comme celui de Kpensouhoué, ne semble pas de formation actuelle, mais seulement récente ; dans les deux cas ils sont les plus anciens de tous ceux de la région méridionale.

THOUN A DOSSOUCOUÉ

La première ondulation qu'on rencontre sur la route de Thoun à Dossouhoué a son sommet à environ 2 kil. de Thoun. En descendant son flanc septentrional, on voit se succéder successivement du conglomérat ferrugineux ne contenant plus que des éléments quartzeux, et, à proximité du ruisseau qui se trouve à environ 2 kil. 5 du sommet, des pegmatites très altérées (pegmatite normale, pegmatite graphique) et du quartz.

Un peu plus loin, à environ 6 kilomètres de Thoun, on trouve d'une façon à peu près continue, jusqu'au pied de la hauteur de Dossouhoué, une série d'affleurements de roches cristallines.

Le premier de ces affleurements, qui s'étend à gauche de la route sur une vingtaine de mètres environ, est constitué par les roches suivantes (Fig. 28) :

1. Gneiss clair, plissé.
2. Gneiss foncé riche en biotite, qui s'écaille très facilement.
3. Gneiss granitoïde à éléments disposés suivant des directions très sinueuses.
4. Filons de granite traversant le gneiss 3.
5. Filons de quartz.
6. Gneiss granitoïde voisin du type 3.
7. Gneiss contenant des éléments macroscopiques d'hématite.

8. Gneiss plissé.
9. Gneiss à biotite, très foncé, parcouru de filonnets de gneiss clair du type 8.
10. Gneiss clair, se débitant superficiellement suivant des couches concentriques.
11. Filons de granite à amphibole, dans le gneiss précédent.

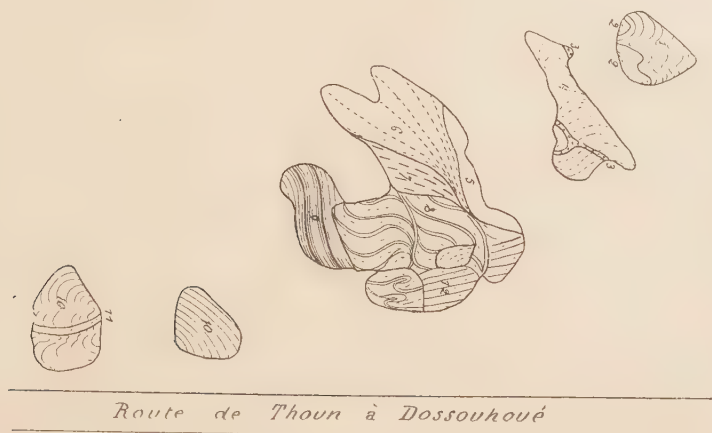


Fig. 28. — Affleurements de Thoun à Dossouhoué.

Echelle $\frac{1}{250}$.

200 mètres plus loin, la route passe sur un nouvel affleurement formé :

A gauche (1) par des pegmatites : associations : 1° de pegmatite graphique à grands éléments (1 cm. 5) et à petits éléments (2 mm.) ; — 2° de pegmatite graphique et de pegmatite normale à grands éléments (quartz de plusieurs centimètres) ;

A droite (2) de la route, on a exclusivement des boules de diabase en place. Le contact de la roche basique et de la roche acide se produit vraisemblablement dans l'axe de la route. Les fossés, assez profonds, montrent : à gauche un filon de pegmatite, à droite des boules de diabase.

Cet affleurement est contigu à un ruisseau, de l'autre côté

1. Vers l'ouest.

2. Vers l'est.

duquel on trouve un gneiss plissé, puis, un peu plus loin, une association de diabase en boules et d'un gneiss très clair à grain fin. Ce dernier se retrouve 100 mètres plus loin, à droite de la route, en un point où il est exploité par les indigènes.

Au même endroit, à gauche de la route, on a l'association d'un gneiss plissé à biotite et d'une diorite, puis, à côté, un gneiss plissé à biotite, traversé par des filons de granite.

A partir de ce point jusqu'au pied de la colline de Dossouhoué, les gneiss affleurent constamment. D'abord ce sont les gneiss très clairs à grain fin, puis des gneiss plissés à biotite, les uns et les autres traversés de filons de pegmatite.

La colline de Dossouhoué est formée uniquement d'éléments détritiques reposant sur le sous-bassement cristallin. A partir du sommet, on peut reconnaître successivement les éléments suivants :

4. Terre de barre.

3. Argile rouge, formée vraisemblablement aux dépens de la terre de barre.

2. Conglomérat ferrugineux.

1. Grès rouge à ciment argileux ayant une tendance marquée à passer à un grès à ciment ferrugineux. Sur le côté septentrional de la colline de Dossouhoué, ce grès n'apparaît du reste plus que comme un grès ferrugineux, dont les nodules sont noyés dans la barre.

Les formations cristallines se retrouvent au pied du versant septentrional de la colline de Dossouhoué. Le gneiss, qui est sans aucun doute la roche dominante, affleure rarement ; il est toujours très altéré. Les pegmatites, au contraire, ont beaucoup mieux résisté à l'action des agents superficiels, sans doute par suite de leur pauvreté en silicates ferromagnésiens, aussi les observe-t-on plus fréquemment. Un peu avant Avégamé il y a un nouveau pointement de gneiss clair à grain fin.

A partir de Dossouhoué, la terre de barre devient de plus en plus rare et son épaisseur est très faible. Elle est remplacée, dans les parties élevées, par le conglomérat ferrugineux, et dans les dépressions, par l'argile noire.

Il ne serait pas impossible que, de même que pour la partie

orientale de la région des Sahoués, les collines comprises depuis Thoun jusqu'au delà de Dossouhoué représentent les restes d'un plateau gréseux analogue à celui des Adjás, mais entamé sur une plus grande surface par les eaux courantes. Le nivellement, relevé en détail, permettra seul de résoudre la question.

LE HAUT COUFFO

La région du haut Couffo est contiguë à celle du moyen Mono. Je ne l'y ai point rattachée, quoiqu'elle soit très semblable, pour ne point compliquer les descriptions. Elle est bordée à l'est par le plateau d'Abomey ; au sud par la Lama. Au nord, je la limite arbitrairement à Agouma, parce que cette localité, voisine de la source du Couffo, marque le point de départ de formations sensiblement différentes. J'ai peu parcouru cette région que je connais seulement de Houétan au gléta (terrain de culture) de Sahouamé (cercle d'Abomey) et d'Avégamé à Agouna. Ce sont ces deux itinéraires que j'indiquerai ici.

A) DE HOUÉTAN AU GLÉTA DE SAHOUAMÉ

Au delà d'Avégamé (1), il existe une dépression au fond de laquelle apparaît un gneiss à amphibole dont les éléments sont très régulièrement orientés N.S., malgré de légères torsions toujours localisées. Ce gneiss apparaît tout d'abord en contact avec des pegmatites, puis en remontant le versant septentrional de la dépression, on le trouve sillonné de veinules de* granite porphyroïde, affectant des directions variables et s'anastomosant entre elles : plus loin, ce gneiss est associé à un autre, à biotite et plus clair, aux éléments également allongés et orientés parallèlement. Ce second gneiss devient prédominant à mesure qu'on

1. Il y a dans cette région deux villages portant le nom d'Avégamé, l'un sur la route de Thoun à Agouna, l'autre près de Houétan. C'est du dernier qu'il s'agit ici.

s'avance vers le gléta de Sahouamé, peu éloigné. A cent mètres environ au nord du premier contact de ces deux gneiss, on en trouve un troisième, basique, décomposé en boules, beaucoup plus foncé, et qui contient notamment de la biotite, de l'amphibole et de la pyrite.

Un peu avant le village de Mékouhoué, à flanc de coteau, mais à proximité du sommet, le conglomérat ferrugineux est remplacé par un conglomérat à ciment siliceux analogue à celui signalé sur la route d'Oumkémé à Parahoué.

La région avoisinant le gléta de Sahouamé est formée par des collines allongées et parallèles d'orientation sensiblement N.S. Vers l'ouest, il s'en détache une hauteur isolée assez élevée à laquelle les indigènes donnent le nom de montagne de Tocamé. Le profil de cette montagne est celui d'un dôme gneissique.

Comme la colline où sont installées les cases du gléta, celle qui se trouve immédiatement à l'ouest est constituée par des gneiss qui affleurent d'une façon presque constante. Ceux-ci ont leurs éléments dirigés suivant des lignes rigoureusement parallèles (Nm — 20° — E) : ils se prolongent jusque dans la rivière qui occupe le fond du thalweg, entre les deux collines.

A l'extrémité nord de la colline située à l'ouest du gléta coule un ruisseau sur la rive gauche duquel se trouve un pointement de pegmatite à grenat. Les cristaux de ce minéral sont souvent implantés normalement dans les feldspaths. Cette roche est parcourue de filons de quartz au milieu desquels on trouve également des grenats.

Sur cette colline, à même le sol, sont parsemés au milieu des gneiss les petits nodules de carbonate de chaux dont il a été question antérieurement. En venant vers le sud, c'est le premier gisement où le calcaire est en contact direct avec les roches cristallines. On a vu que je considérais la formation de ces nodules comme imputable à la recristallisation de calcite provenant de cipolins dont le gisement aurait été détruit.

B) ROUTE D'AVÉGAMÉ A AGOUNA

Cette route est la continuation normale de celle de Thoun à Avégamé. On y trouve également un gneiss clair, du quartz filo-

nien et des pegmatites, notamment à 5 kilomètres au nord d'Avégamé. Moins d'un kilomètre plus loin, le plateau est couronné par une hauteur d'environ 30 à 40 mètres, formée d'une sorte de greisen riche en hématite et en tourmaline noire. L'hématite est souvent altérée superficiellement, et transformée en limonite ; parfois elle a disparu laissant comme traces de petites cavités irrégulières.

A partir de cette hauteur jusqu'à Agodogué, le gneiss et la pegmatite affleurent rarement. On les retrouve au voisinage et dans le lit d'une grande rivière à environ 12 kilomètres au nord d'Agodogué, mais le gneiss y est entièrement kaolinisé.

A partir de 3 kil. au nord de cette rivière, on passe, pendant 2 kilomètres environ, sur du quartz et des pegmatites (pegmatite normale et graphique) celles-ci toujours dominantes. Au milieu d'un affleurement de pegmatite, au voisinage d'un petit ruisseau (1.200 mètres avant le Couffo), les concrétions calcaires sont très abondamment réparties sur le sol ; on les rencontre encore, mais cette fois au milieu de la terre provenant des alluvions d'un affluent du Couffo, à 300 mètres seulement du fleuve lui-même.

Le lit du Couffo, au lieu dit Couffonou, a 6 à 8 mètres de large et 3 à 4 mètres de profondeur. Ses berges à pic sont formées de dépôts torrentiels de sables granitiques dont l'allure est la même que celle des sables du Mono.

De Pedagba à Agouna, on observe une succession de dalles gneissiques. C'est sous cette forme désormais que les affleurements cristallins se présenteront le plus souvent au nord de cette région.

Le conglomérat ferrugineux recouvre presque constamment le sol dans toute la région décrite, il alterne simplement avec les affleurements de roches cristallines, tandis que les bas-fonds sont le plus souvent tapissés d'argile brune.



Cliché H. Hubert.

LA « BARRE » A COTONOU

Au milieu de la photographie, « volute de barre » ; plus près de la côte, « volute de plage ».



Cliché H. Hubert.

LA LAGUNE A OUIDAH

Au fond, avec quelques cocotiers, le cordon littoral.

§ 4

LES PLATEAUX D'ABOMEY ET DE ZAGNANADO

Dans la partie centrale et orientale du Dahomey, les plateaux d'Abomey et de Zagnanado marquent, vers le sud, le début des formations cristallines. Leur relief brusque au-dessus de la Lama est l'indice d'une modification dans la constitution du sous-sol, mais étant donnée l'épaisseur des dépôts superficiels, il est impossible de connaître la nature de la roche sous-jacente, en particulier lorsqu'on suit la voie ferrée pour gagner le plateau d'Abomey. Cependant je considère que les roches cristallines se trouvent sur ce plateau, à une faible profondeur, immédiatement au nord de la Lama. Les raisons sur lesquelles est basée cette hypothèse sont les suivantes :

1° Les formations cristallines se rencontrent immédiatement après la Lama, le long de la frontière allemande, et à Zagnanado ; il est donc vraisemblable qu'elles existent également à la base du plateau d'Abomey, situé entre ces deux régions.

2° Les plateaux d'Abomey et de Zagnanado sont identiques comme aspect, et le sous-bassement de ce dernier est gneissique.

3° Les roches cristallines affleurent sur toute la bordure occidentale du plateau d'Abomey, jusqu'à Sinhoué, il n'y a donc pas de raison pour qu'elles ne se poursuivent pas en profondeur, sur la bordure orientale, d'autant plus qu'elles se rencontrent déjà régulièrement sur la route d'Abomey à Zagnanado.

4° Le long du chemin de fer, le conglomérat ferrugineux est remarquablement abondant. Or j'ai admis qu'il ne se formait pas avec les éléments d'une roche meuble. La puissance de ce conglomérat et son allure superficielle sont de sérieuses raisons pour

qu'il n'ait dû se former qu'aux dépens d'un massif cristallin.

5° Enfin, partout ailleurs sur le plateau, le conglomérat ferrugineux surmonte des roches cristallines, et l'on a vu, pour les régions du moyen Mono et du haut Couffo, qu'il n'est régulier et abondant, sous cette latitude, qu'au-dessus des terrains cristallins. Par conséquent, sur la bordure méridionale du plateau, où on le retrouve, tout porte à croire qu'il est bien en relation avec des roches cristallines.

Pour toutes ces raisons, je crois qu'il y a identité, sinon dans l'espèce, mais du moins dans la nature des roches des plateaux d'Abomey et de Zagnanado, et que ce sont ces roches qui s'étendent jusqu'à la bordure septentrionale de la Lama.

Bien mieux, il n'y a, à mon sens, qu'un seul plateau, découpé autrefois au sud par l'action marine et entamé par le Zou et l'Ouémé, qui s'y sont creusé de profondes vallées.

L'importance de ces vallées s'explique par ce fait que ces deux cours d'eau, sans doute autrefois distincts, ont acquis un regain d'activité au fur et à mesure de la régression marine.

A) Plateau d'Abomey.

Vers le sud, le plateau d'Abomey s'abaisse rapidement au-dessus de la Lama. Vers le nord au contraire, il s'incline en pente douce à partir de Dan vers la vallée du Zou. A l'ouest, il domine la vallée du Couffo par une haute falaise au sommet de laquelle est bâtie la ville d'Abomey. A l'est, il se termine brusquement aussi sur la route de Zagnanado, à Za-Zouto. De sorte qu'il forme, dans sa partie méridionale, une sorte de vaste éperon.

ÉPERON MÉRIDIONAL

Sur cet éperon même, les roches cristallines sous-jacentes n'affleurent qu'à proximité d'Abomey. Le gisement le plus intéressant est celui d'Azoé-Sota, qui se trouve à flanc de coteau, au N—W de la ville.

En redescendant la pente, on trouve successivement les formations suivantes :

7. Terre de barre.

6. Conglomérat ferrugineux, formé aux dépens d'un grès ferrugineux grossier dont il cimente des blocs assez volumineux.

5. Terre de barre.

4. Conglomérat ferrugineux.

3. Granite franc, très frais, décomposé en boules peu volumineuses (1 mètre en moyenne). Ce granite n'affleure que sur une faible étendue, une cinquantaine de mètres environ.

2. Arène granitique.

1. Argile grise dans laquelle les indigènes ont creusé des excavations pour retenir plus longtemps l'eau durant la saison sèche (1).

Sur le chemin de la source Dido, au point où les indigènes recueillent l'argile qui leur sert à fabriquer les jarres, on trouve, en même temps que du kaolin, les roches éruptives, très décomposées, aux dépens desquelles celui-ci s'est formé.

C'est d'abord une arène granitique dont l'aspect rappelle beaucoup la roche d'Azoé-Sota, mais sans consistance. Elle est traversée de filons de pegmatite aujourd'hui également désagrégés, mais dont tous les éléments, ayant gardé leur forme primitive, atteignent plusieurs centimètres de longueur.

Non loin de là, à proximité de la résidence, un puits qui avait été commencé en 1904 sous la direction de M. l'Administrateur du Cercle d'Abomey, montre à plusieurs reprises, dans une série de couches très remaniées, des éléments granitiques. Les dépôts successifs de ce puits sont les suivants :

7. Terre de barre (1 mètre).

6. Conglomérat ferrugineux (4 m.).

5. Dépôt argilo-sablonneux analogue à la terre de barre mais plus riche en sable, et abondamment faculé d'argile blanche, surtout au voisinage de la surface (10 m. 50).

4. Sable blanc, argileux et micacé (0 m. 20).

3. Arkose granitique contenant une certaine quantité de mica décomposé (0 m. 80).

2. Sable argileux jaune (0 m. 50).

1. Grès compact, très dur, à ciment ferrugineux passant au conglomérat.

1. Cette énumération indique les formations qu'on rencontre le long de la pente ; ce n'est pas une coupe à proprement parler.

Etant donnée l'altitude élevée à laquelle ce puits fut creusé, il n'est pas possible que les éléments granitiques qu'on y rencontre viennent d'un point plus élevé ou éloigné.

Ainsi donc le plateau d'Abomey contient non seulement des roches éruptives, mais encore il faut considérer que son relief est dû à leurs pointements masqués par des formations superficielles plus ou moins abondantes.

Ces dernières atteignent presque partout une grande épaisseur. Au sud, elles ne sont guère représentées que par du conglomérat ferrugineux, très compact à Kinta, où les tranchées du chemin de fer l'ont mis à découvert (kil. 114). Cette roche, très caverneuse, ne contient aucun élément figuré originel. Cela s'explique si l'on songe que le seul élément inattaquable, le quartz, a pu exister dans la roche primitive en cristaux suffisamment réduits pour qu'ils passent inaperçus dans le conglomérat. Dans cette formation, les rognons de limonite sont d'autant plus volumineux qu'ils sont à une plus grande profondeur : ils atteignent 0 m. 15 de diamètre (à 2 m. 50 de la surface). Ils sont souvent disposés suivant des lignes parallèles, ce qui donne à l'ensemble une apparence de formation sédimentaire qui peut s'expliquer par l'action des eaux ayant laissé des dépôts à une distance constante de la surface ; par contre, le contact du conglomérat et de la terre de barre qui le surmonte se fait toujours par des lignes très sinueuses comme dans le cas d'une roche éruptive.

Vers l'est, un peu avant Za-Zouto, sur la route d'Abomey à Zagnanado, les formations détritiques qu'on trouve successivement sur la pente abrupte du plateau sont les suivantes :

4. Terre de barre.

3. Conglomérat ferrugineux enchâssant soit des cailloux roulés, provenant sans doute du lit ancien de la rivière Houédo, très voisine, soit du grès ferrugineux.

2. Grès à ciment ferrugineux, très abondant.

1. Sable sur lequel coule la rivière Houédo.

Dans toute cette partie, le plateau d'Abomey, assez abrupt, a des contours très découpés.

A Dan, on ne rencontre que de la terre de barre et du conglomérat ferrugineux, également très abondant.

Le vaste éperon dont il vient d'être question n'est sillonné d'aucun cours d'eau, mais il est par contre un nœud hydrographique important pour la contrée. J'ai signalé plusieurs des sources qui prennent naissance à sa base. En réalité, il y en a beaucoup d'autres, mais sauf celles de Dan, d'Abomey et de Sinhoué (?), elles sont toutes taries en hiver.

PLAINE ENVIRONNANTE

Si les roches cristallines sont rares sur l'éperon d'Abomey proprement dit, en revanche elles sont extrêmement abondantes dans toute la plaine environnante. Je signalerai celles que j'ai pu examiner, mais il y en a certainement beaucoup d'autres.

M. le Capitaine Fourn a bien voulu me communiquer dix échantillons qu'il a recueillis dans la région de Sinhoué. Ce sont surtout des roches amphiboliques à très grands cristaux (amphibolites), des pegmatites et de l'hématite (1).

A Djidja, dans le conglomérat ferrugineux, on trouve, dans la partie où les indigènes ont creusé des excavations pour recueillir l'eau, des fragments de pegmatite, extrêmement altérée, mais bien en place et très nette. Tout autour le sol est couvert de sable granitique.

Sur la route de Djidja à Agouna, aux lieux dits Monsourou et Adjiba-mpé, il y a deux affleurements de gneiss : le premier formant une dalle, le second des blocs verticaux semblables à des pans de murs de 2 mètres de hauteur. Dans l'un et l'autre cas, la roche est formée de feuillets orientés rigoureusement Nm — S. A partir d'Adjiba-mpé jusqu'à Lô, les affleurements se suivent à peu près sans interruption. A Lô, qui est l'un des points les plus élevés de la région, se trouve un pointement de

1. Dans l'ancien palais (?) de Béhanzin à Abomey, près des tombeaux, des fétiches sont formés par des tas de pierre comprenant un échantillon différent de toutes les roches de la région. Il y a certaines d'entre elles dont je n'ai pu retrouver le gisement. D'autre part M. le Hérissé indique, dans sa carte manuscrite, des affleurements rocheux auxquels je n'ai pu me rendre. Il est certain que ces affleurements sont constitués soit par des granites soit par des gneiss. Un gabbro et des microgranites, dont je n'ai pu retrouver les gisements, viennent aussi de cette région.

gneiss granitoïde, d'une vingtaine de mètres de hauteur, ayant subi la désagrégation en boules. Cette formation se relie directement à celle d'Agouna, localité située à environ une dizaine de kilomètres vers l'ouest.

De Djidja à Setto, on rencontre, à Aouamé, un gneiss amphibolique, très plissé, sillonné de filonnets de granulite et d'aplite, s'anastomosant fréquemment, puis, un peu avant Lapo, un pointement granitique. A partir de Lapo, le sentier passe presque constamment sur des affleurements sans intérêt de gneiss, de granite et de granulite, enfin, au lieu dit Azouanou, un affluent de l'Abla est barré par un pointement étendu de gneiss à grain fin, leptynitique, qui a digéré partiellement un quartzite zoné dont il reste d'importantes enclaves.

A Setto même, il y a du gneiss analogue à celui d'Aouamé, notamment à proximité de la source, où l'on trouve aussi du kaolin et des pegmatites.

Dans la même région, il existe, dans le lit de l'Abla : une granulite très altérée à Dona et du granite au point où la rivière traverse la route d'Abomey. Un peu plus au sud, à d'Agboïsouto, se trouve encore du granite.

Enfin entre Setto et le Zou les affleurements rocheux sont assez fréquents. En dehors des gneiss, il faut citer, au kilomètre 173,2 du chemin de fer, une aplite leptynitique, très altérée, dont les éléments orientés originellement Nm — 10° — W — avec un pendage de 10° , s'écartent au point d'atteindre une direction Nm — 80° — W (avec un pendage de 30°), par suite des actions mécaniques subies en ce point. En se décomposant, la roche se disloque suivant deux directions grossièrement perpendiculaires, puis certaines parties, plus résistantes, demeurent sous la forme de lits horizontaux séparés par les parties devenues meubles. Si bien que, finalement, on a des petits alignements de quartz et de kaolin, qui ont tout à fait l'apparence de dépôts stratifiés.

A proximité de la voie ferrée, le lit du Zou est traversé normalement par des gneiss décomposés.

Les seules roches détritiques anciennes qu'on trouve sur le plateau d'Abomey ont été mises à nu par la tranchée de Motchi,

au nord du grand remblai, lequel est établi tout entier sur le conglomérat ferrugineux.

Cet affleurement, au kil. 147,7, s'étend sur 200 mètres environ. Il comporte notamment une couche de 20 à 50 centimètres de conglomérat à ciment siliceux reposant en discordance sur une roche rubanée qui n'est autre chose qu'un gneiss complètement altéré.

L'ensemble du gisement comporte les éléments suivants :

- 5. Terre de barre.
- 4. Conglomérat ferrugineux. } Epaisseur variable.
- 3. Grès jaune friable formé de dépôts irréguliers et horizontaux (jusqu'à 6) de petits graviers quartzeux souvent mélangés à de la chlorite. L'épaisseur de cette couche, qui peut être nulle, atteint un mètre.
- 2. Couche de conglomérat à ciment siliceux formant, avec une pente très faible (1 0/0 en moyenne), une petite voûte dont la flèche a 1 m. 50 environ.
- 1. Gneiss kaolinisé.

La couche 2 contient comme éléments figurés des galets roulés de quartz, peu abondants, et quelques cristaux du même minéral, souvent brisés, ayant des arêtes extérieures vives. Ce quartz, très transparent, peut être criblé de baguettes de tourmaline.

On trouve encore dans ce conglomérat du feldspath, déjà altéré, mais de consistance normale, et dont les cristaux atteignent 2 cm. de longueur. Cette roche, très dure, ne contient en certains points presque pas d'éléments figurés, si bien que certains échantillons détachés de la masse ont plutôt l'apparence de grès.

Les éléments les plus volumineux sont au voisinage de la partie inférieure, de sorte qu'ils correspondent à une phase de dépôt analogue mais plus active que celle qui a contribué à la formation du grès supérieur. Dans la partie inférieure, le conglomérat, par suite d'actions mécaniques, se transforme en une roche schisteuse de même composition (10 cm. au maximum):

Le gneiss kaolinisé a ses plans de schistosité, d'allure très variée, redressés jusqu'à la verticale. Cette roche a perdu toute consistance, mais ses éléments actuels : quartz, kaolin, chlorite, qui ont conservé l'aspect et la disposition des minéraux originels avec l'orientation primitive des plans de schistosité,

(Nm—70°—E) ne laissent aucun doute sur sa nature. Ce gneiss est d'ailleurs traversé de petits filons de quartz atteignant 30 cm. de puissance ; on y trouve encore de petites poches de kaolin.

La partie supérieure de ce gisement subit une dissolution partielle et les eaux superficielles, qui ont réussi à traverser le conglomérat, ont lentement déposé sur le kaolin des nodules de limonite assez volumineux.

Sur la route d'Abomey à Zagnanado, les roches cristallines apparaissent également, un peu après Zazoumé d'abord, sous l'aspect de microgranite, puis de gneiss plissé à amphibole. Enfin un peu avant le Zou se trouve un nouvel affleurement gneissique d'environ 200 m. de longueur. La même roche, très altérée, se rencontre encore dans le lit de la rivière.

MONTS DE BADAGBA

Bien que les monts de Badagba (ou Gbadagba) forment une région naturelle distincte du plateau d'Abomey, il convient de les y rattacher parce qu'ils ne sont pas suffisamment indépendants dans leur partie méridionale. Dans leur ensemble ils représentent une zone étroite de relief notable, dirigée rigoureusement N.S. et s'étendant depuis Dona jusqu'à une quinzaine de kil. au nord du Zou.

Jusqu'à la rivière Patchika, il n'y a pas de collines proprement dites, mais la route passe à peu près sur la ligne de faite d'ondulations appréciables qui dominent des deux côtés les plaines avoisinantes. A Badagba, les collines atteignent rapidement leur plus haute altitude et elles s'abaissent ensuite très lentement jusqu'à l'extrémité septentrionale de la chaîne.

Il est très intéressant de noter les rapports de l'orographie et de l'hydrographie dans cette partie du pays.

Dans la partie méridionale, l'Abla (ou Agbla) de direction S. N. passe à l'est de la ligne de faite, et tous ses affluents, qui sont des torrents, viennent de l'ouest. Or, ceux-ci se sont tous avancés à l'assaut de la ligne de faite, certainement continuée à l'origine, et l'ont découpée, morcelée en autant de petits mamelons isolés. Puis, ayant continué leur marche vers l'ouest, ils prennent aujour-

d'hui naissance dans la plaine, d'altitude très médiocre, qui se trouve à l'ouest de la ligne de hauteurs.

Le Zou agit d'une façon un peu différente. Après avoir coulé du nord au sud et avoir longé le versant occidental de la ligne de hauteurs, il s'incurve brusquement, affecte une direction W.-E. et franchit la ligne de hauteurs par une coupure étroite au nord de Badagba. Vue avec un recul suffisant, de manière à apprécier une certaine partie de la chaîne, cette coupure, très brusque, apparaît bien comme un accident de premier ordre dont il est difficile de rencontrer dans toute la région un équivalent. Il est hors de doute que l'érosion par les eaux si actives de la rivière a beaucoup contribué à la formation de cet accident, mais je crois néanmoins que celui-ci est d'origine tectonique. Je ne me suis pas occupé de l'établir : il sera d'ailleurs peu aisé de le faire dans un pays où il n'y a que des roches cristallines, difficiles à différencier les unes des autres, et qui, par surcroît, ont subi de telles décompositions que les investigations deviennent souvent impossibles.

Il est malaisé de connaître la constitution pétrographique des hauteurs, en raison de la décomposition superficielle, très avancée, des roches qu'on y rencontre. Dans la région accidentée qui domine Badagba, le sol est recouvert entièrement de blocs détachés qui ont favorisé le développement de la végétation. Ce sont des fragments de la masse, ayant exceptionnellement 50 cm. de longueur et au milieu desquels on ne voit plus que le quartz en baguettes parallèles très nombreuses. Lorsqu'on peut discerner le feldspath et le mica (celui-ci en fines trainées), on voit qu'on se rapproche beaucoup de l'aplite leptynitique d'Atchérivé signalée précédemment. Souvent aussi on trouve des filons de quartz et de la granulite.

La constitution pétrographique, au défilé où passe le Zou, est nettement différente. On y rencontre un gneiss plissé traversé de filons de granite et de pegmatite, celle-ci riche en amphibole. Au delà, jusqu'à l'extrémité de la chaîne, la roche dominante est un gneiss riche en quartz et à petits éléments rectilignes.

Ces hauteurs se continuent par un vaste plateau couronné de conglomérat ferrugineux qui les sépare des monts de Savalou.

Il faut noter, au sujet des monts de Badagba, l'action combinée

des eaux sauvages qui ont déterminé l'érosion superficielle, et des eaux courantes contribuant à l'isolement des diverses parties de la chaîne.

B) Plateau de Zagnanado.

DU ZOU A L'OUÉMÉ

Le plateau de Zagnanado offre une topographie identique à celle de l'éperon d'Abomey. Il sépare les deux vallées du Zou et de l'Ouémé, au-dessus desquelles il se dresse brusquement.

Lorsqu'on a franchi le Zou et les faux-bras que ses débordements ont déterminé de part et d'autre de son lit, la route passe sur des arènes granitiques et des filons de quartz plus ou moins désagrégés, auxquels succèdent, dès qu'on commence à s'élever, le conglomérat ferrugineux et la terre de barre.

La rivière Laha, qui descend du plateau de Zagnanado avec une pente très forte, coule dans une vallée très encaissée. L'ondulation importante qui, vers l'ouest, la sépare du Zou, est couronnée de conglomérat ferrugineux, avec, sur chacun des versants, des galets roulés, identiques à ceux de Locossa et aussi abondants. En redescendant sur le lit du Laha, on s'aperçoit que ces galets cessent à mi-pente, tandis que le gneiss apparaît, puis le conglomérat ferrugineux tapisse le sol jusqu'au fond du thalweg.

Le versant oriental forme le rebord du plateau de Zagnanado. Les galets roulés y apparaissent tout d'abord, puis de nouveau le gneiss, sensiblement à la même hauteur que sur le versant occidental, après quoi les galets roulés se retrouvent encore, mais de plus en plus petits, dès qu'on est arrivé au sommet du versant escarpé ; ils disparaissent avant Cové.

De même que l'éperon d'Abomey, le plateau de Zagnanado est entièrement recouvert de terre de barre. Ce n'est qu'à la faveur de dénivellations brusques, comme celles produites par la rivière Laha, qu'on peut reconnaître le substratum. C'est le cas notamment à Agony et à Ouéméto, où le plateau s'abaisse brusquement.

On a vu précédemment que les sources d'Agony sont dues à des formations de grès grossier à ciment ferrugineux reposant en discordance sur un gneiss imperméable très décomposé. Les feuil-

lets de ce gneiss, verticaux et rectilignes, ont en ce point une orientation de Nm — 30° — E.

Après la descente du plateau, vers l'est, [en allant à l'Ouémé, on trouve assez fréquemment de la pegmatite normale, de la pegmatite graphique et du quartz filonien, émergeant fréquemment de l'argile noire provenant des débordements de l'Ouémé. Ces roches sont très abondamment recouvertes de nouveaux galets quartzeux, identiques à ceux du Laha et du Mono.

Au sujet de ces galets roulés il est impossible de ne pas faire un rapprochement entre les différents gisements que nous avons signalés et qui se trouvent tous : d'une part, à proximité des grandes artères du Bas-Dahomey, d'autre part aux points où finissent les roches cristallines, c'est-à dire dans la région qui servait de rivage à la mer éocène (1).

Les berges de l'Ouémé, à Ouéméto, forment des petits bourrelets argileux isolant des faux-bras du fleuve, mais moins importants que ceux du Zou.

Le plateau de Zagnanado, à l'est d'Agony, est couronné de petits dômes cristallins, comme l'atteste l'abondance des sables granitiques, mais ils sont tous recouverts soit de conglomérat ferrugineux, soit surtout de grès grossier. Celui-ci constitue presque exclusivement la hauteur la plus orientale, à laquelle il a donné un modelé tabulaire très net.

RÉGION AU NORD DE ZAGNANADO

Le grès se retrouve encore à Banamé, où il possède un ciment siliceux.

De même que pour la région d'Abomey, les roches cristallines ne percent le manteau détritique qu'à une certaine distance du rebord méridional du plateau. Le premier gisement au sud se

1. Ces terrasses étaient notablement élevées par rapport au niveau actuel des artères qui ont laissé ces dépôts. On remarquera que l'augmentation d'altitude des fleuves correspond très bien à l'augmentation que possédait alors le niveau marin par rapport à ce qu'il est aujourd'hui.

trouve à proximité de l'Ouémé à la hauteur de Tan. Je n'ai pas visité ce gisement mais il est bien connu, car les indigènes m'en ont indiqué l'emplacement avec précision. La roche est un gneiss à biotite, répandu, paraît-il, à la surface du sol, en boules de 4 à 5 mètres de diamètre.

Au nord de Banamé commence une série de dômes disposés sur une seule ligne, et distants de quelques kilomètres les uns des autres. Ils jalonnent la route de Banamé à Paouignan. Je n'ai pu suivre cette route, mais j'ai la certitude que tous ces dômes sont des hauteurs gneissiques, comme en font foi les échantillons que je me suis procuré de cette région. J'ai d'ailleurs fait l'ascension du plus septentrional de ces dômes (Montagne de Lissa), dont il sera question plus loin.

Toute la région comprise entre Zagnanado et Savé est également formée par des roches cristallines, le plus souvent des gneiss. Ceux-ci barrent l'Ouémé, déjà bien avant Samiadji (1).

En outre, grâce à l'obligeance de M. Gouffran j'ai pu me procurer des échantillons provenant de la région comprise entre Savé et Ocpa. Ils donnent une indication sur l'ensemble des roches qu'on y peut rencontrer. Ce sont des gneiss granitoïdes (Ocpa, route de Bodjia à Ocpa), des gneiss (Bodjia) et des aplites (rivière Bessé, 3 kil. au sud de Savé). Par conséquent, on est certain que ce pays correspond bien, comme constitution, aux régions voisines dont je m'occuperai successivement.

Ainsi les plateaux d'Abomey et de Zagnanado marquent bien au centre et à l'est de la colonie le début des formations cristallines, qui affleurent d'une façon constante à partir d'une certaine latitude. La description des gisements montre bien que *pour toute* la colonie, le début de ces formations se fait au point où venait aboutir la mer éocène, laquelle devait être dominée à Abomey et Zagnanado par une falaise relativement élevée.

1. Renseignement communiqué par M. Montet, qui a bien voulu me montrer un certain nombre de photographies typiques faites par lui dans cette région.

LA CHAÎNE DE BAFFO ET LES MASSIFS AU SUD DE PAOUIGNAN

Le village de Paouignan est le point de croisement de 4 routes importantes (au nord celles de Savalou et d'Agouagon, au sud celles d'Abomey et de Zagnanado) jalonnées, à partir de quelques kilomètres de Paouignan, par des accidents du relief : au sud, la chaîne de Hogon et celle qui s'étend de Lissa à Gonsoué, au nord, la chaîne des Dassas et celle de Baffo.

CHAÎNE DE BAFFO

On pourrait comprendre sous le nom de chaîne de Baffo l'ensemble des dômes isolés qui se succèdent en ligne droite, depuis Aouaya jusqu'au mont Oepa (au nord de Tiho), mais je préfère réserver ce nom à la région qui s'étend, sur environ 25 kil., depuis Aouaya jusqu'au mont Koulo (?) (4 kil. au sud d'Agouagon).

La région ainsi définie est très homogène au point de vue pétrographique : la roche normale qu'on y rencontre partout est gneiss granitoïde où l'amphibole est toujours abondante et parfois même est le seul élément coloré, et, à ce point de vue la chaîne de Baffo est différente de toutes les régions avoisinantes. Elle représente en plan un îlot allongé indépendant, dont les dômes sont disposés sur deux lignes parallèles très voisines et entre lesquelles passe la route de Paouignan à Agouagon.

Le profil de ces dômes est généralement adouci, sauf celui du mont Miniki, point culminant de la région, dont la pointe s'élève à environ 200 mètres au-dessus de la plaine environnante.

Les bosses gneissiques, très dénudées, ont acquis un poli remarquable par suite de l'action des eaux superficielles, mais la décomposition en boules et les phénomènes de desquamation s'observent rarement.

Exceptionnellement la hauteur d'Aouaya est couverte de nombreux éboulis et la végétation y est développée.

Les éléments du gneiss granitoïde, assez volumineux à Aouaya, sont normalement orientés N. S., mais ils affectent aussi une allure sinueuse par laquelle se manifeste des actions mécaniques tangentielles subies par la roche. Cette disposition ne se retrouve guère que dans cette localité : partout ailleurs, la direction d'orientation des éléments est méridienne.

Des filons de quartz et des bandes d'un gneiss feuilleté, de direction rectiligne, sont abondants en ce point.

La hauteur d'Aouaya se relie aux Dassas par les petites collines de Dakanté, de Soga et d'Agbanou (1).

Les types accidentels rencontrés dans cette région sont : à Dakanté, un gneiss à amphibole et biotite, sillonné de bandes étroites de gneiss à grain fin, riche en biotite ; à Soga, de petits filons de gneiss rubané et, à Agbanou, un gneiss surmicacé. Enfin, la hauteur de Somé, qui domine Baffo, est fréquemment parcourue par des filonnets de gneiss rubané, ou bien encore par des veinules de quartz.

Les enclaves schisteuses sont abondantes dans le massif ; elles sont orientées N. S., comme les éléments du gneiss granitoïde, et paraissent provenir de schistes en partie digérés.

Tous les dômes signalés précédemment ont une hauteur de commandement de 30 à 50 mètres. Ils forment avec ceux de Zoglobo, à l'est, un premier groupe assez compact. Un second groupe, de même constitution, commence au mont Miniki.

Tous les affleurements de la chaîne de Baffo sont si nombreux

1. C'est entre Dakanté et Aouaya que j'ai observé le meilleur exemple, signalé antérieurement, de la formation du conglomérat ferrugineux aux dépens d'une roche ayant la composition minéralogique d'un granite.

Ce cas est assez rare dans toute la chaîne de Baffo et même entre Baffo, l'Ouémé et Tiho, où les roches cristallines (granite et gneiss) se transforment d'ordinaire en arène.

qu'on pourrait considérer qu'il n'y en a qu'un seul, continu. Entre les affleurements, le sol est recouvert d'arène gneissique et, quelquefois seulement, de conglomérat ferrugineux. Au pied des pentes, la décomposition des feldspaths a pu donner naissance à des dépôts assez épais d'argile.

Il est très remarquable de voir que tous les affluents notables de l'Ouémé traversent la chaîne de Balfo après avoir pris naissance dans le massif des Dassas, ou de part et d'autre de la route de Savalou à Agouagan. Or cette dernière région n'accuse aucun relief sensible et elle a certainement une altitude absolue très inférieure à celle de la chaîne de Balfo ou des monts des Dassas.

Comme on l'a vu précédemment, les faits de ce genre sont très fréquents. Ils sont la justification d'un principe de géographie physique dont l'application est constante au Dahomey : « un nœud hydrographique ne correspond pas nécessairement à un nœud orographique ; les lignes de faite sont rarement des lignes de partage des eaux ».

Toutes les formations qui entourent d'une façon immédiate la chaîne de Balfo sont des gneiss à biotite. J'étudierai celles du nord avec les monts de Tiho. Vers l'ouest, sur la route de Dassas-Zoumé et non loin d'Aouaya, on rencontre un gneiss laminé très altéré, aux éléments orientés N. S., qui marque de ce côté la limite extrême du gneiss granitoïde à amphibole. Vers le sud, cette dernière roche cesse d'apparaître à la surface, aussitôt les dernières hauteurs de Balfo dépassées.

RÉGION DE PAOUIGNAN

La région de Paouignan est un pays à ondulations larges et fort sensibles. Les affleurements qu'on y rencontre se présentent soit sous forme de vastes dalles, soit sous forme de petits pointements le plus souvent désagrégés en boules. La roche normale est un granite gneissique à biotite à grands éléments, dont l'orientation N. S. est moins marquée que pour les affleurements des régions voisines. On trouve aussi un gneiss feuilleté.

Les rivières coulent toujours dans une direction normale à

l'orientation générale des roches. La Tchoui, à la traversée de la route de Baffo, passe sur un affleurement où sont associés deux gneiss feuilletés, dont l'un est plissé à la manière de celui d'Oum-kémé. C'est sur la hauteur, à 4 kilomètres au nord de Paouignan, qu'existe la source pérenne signalée précédemment.

La décomposition des roches dans cette région se traduit par la formation de conglomérat ferrugineux.

A environ 4 kilomètres au sud-est de Paouignan se dresse la montagne de Lissa, dernier accident septentrional de la chaîne qui commence au nord de Banamé. C'est un dôme isolé dont la hauteur de commandement est d'au moins cent mètres. La roche dominante est la même que celle de Paouignan; elle contient de petites enclaves schisteuses, riches en biotite.

A 5 kilomètres au sud de Paouignan, se trouve la chaîne de Hogon, composée par plusieurs dômes reliés les uns aux autres (80 m. environ). La roche de Hogon est un véritable granite, non orienté, qui marque le type intact de la plupart des gneiss granitoïdes rencontrés au Dahomey (Pl. XIV, 1). La roche se débite en boules sur les deux tiers supérieurs des hauteurs.

Entre Paouignan et le Zou, en passant par Hogon, on rencontre encore plusieurs affleurements de gneiss granitoïde et de gneiss feuilleté, souvent altérés. Leur seul intérêt est de montrer la continuité des formations gneissiques dans toute la région. Comme partout ailleurs, leurs éléments sont orientés N. S.

§ 6

LA CHAÎNE DES DASSAS

Le pays habité par les Dassas est une région fort pittoresque. C'est une série de hauteurs formant un arc de cercle dont la corde, orientée N. S., a environ 23 kilomètres de longueur.

Elle commence d'abord au sud, par une série de petites hauteurs isolées, dont la plus importante est dominée par le village d'Ouissi, après quoi apparaît le massif étroit de Dassas-Puekpéré, puis de nouvelles collines isolées (Dassas-Zoumé, Guédégouhou, etc.), continuées par un second massif, celui de Kammaté (point culminant de la chaîne, hauteur de commandement 180 mètres environ), puis par une dernière série de collines isolées, dont la plus importante est celle de Sapointa.

Ces accidents, isolés ou non, ont un aspect identique. Ce sont des dômes débités par l'érosion sur toute leur hauteur : véritables amas de boules superposées et de blocs perchés de dimensions colossales, parfois en équilibre précaire.

Ce mode d'érosion a amené le creusement en pleine roche d'« écuelles », dont quelques-unes sont recouvertes d'humus ; il s'y développe alors une végétation puissante. Ce cas est tout à fait particulier aux Dassas.

La roche dominante des Dassas est un gneiss granitoïde à biotite dont les minéraux atteignent vers Dassas-Zoumé leurs plus grandes dimensions (feldspaths de 4 centimètres) (Pl. XIX, 2), et sont sensiblement moins volumineux aux extrémités de la chaîne. Tous les éléments sont rigoureusement orientés N. S. Les accidents pétrographiques qu'on rencontre au milieu de cette formation sont d'abord des gneiss feuilletés, généralement très riches

en biotite, notamment sur le sommet de Dassas-Puekpéré, à Dassas-Zoumé, au lieu dit Coueté, à Tangué (ou Tangui) — où ils forment des sortes de murs verticaux. — au sommet du Gangan, enfin sur la route de Sapointa à Kammaté, où ils sont remarquablement plissés.

Le gneiss feuilleté est toujours englobé dans la masse du gneiss granitoïde, où il affecte l'allure de bandes rectilignes aux contours toujours nets. Mais ces bandes disparaissent brusquement (sentier de D. Zoumé au marché d'Oubadio) dans la masse. Parfois aussi elles sont rejetées, le plus souvent par des filons quartzeux postérieurs (sentier de D. Togon à Fita).

Les autres accidents pétrographiques rencontrés sont, outre le quartz : les aplites et les pegmatites, notamment sur le sentier de Crélé (ou Cré), à Chamaya, et au N. E. de Sapointa.

Au point de vue géologique, la chaîne des Dassas se relie aux formations gneissiques du sud par des types peu différents qui se continuent jusqu'au Zou. À l'est, le gneiss granitoïde à grands feldspaths, alternant avec du gneiss feuilleté, se poursuit jusqu'au ruisseau voisin d'Aouaya, et, plus au nord, il forme des hauteurs qui partent de Moudjia et de Tchakalokoué et se relient à Agbanou, de la chaîne de Baffo. Vers l'ouest, le gneiss granitoïde se retrouve jusqu'au pied des hauteurs de Fita, avec, comme seuls accidents, un gneiss feuilleté dans le lit de l'Apassé, un microgranite à la traversée du Louto, sur le sentier de Dassas-Togon à Fita, et une pegmatite à proximité du Louto, entre cette rivière et Fita, sur le sentier d'Ouissi. À proximité du granite de Fita, le gneiss granitoïde devient très laminé ou passe à un microgranite. Du côté de Tchagui, le sol est constamment recouvert de conglomérat ferrugineux riche en quartz anguleux, et il n'est pas possible de connaître le point précis où cesse le gneiss granitoïde, mais tout porte à croire que c'est au pied même des monts de Tchagui, comme cela se passe pour la chaîne de Fita.

Vers le nord, après Sapointa, et dans la direction d'Agouagon, on trouve, à proximité de la voie ferrée et à la hauteur de Bovila, un gneiss feuilleté à amphibole, un gneiss normal et du quartz filonien. Toutes ces roches sont des accidents au milieu du

gneiss granitoïde toujours dominant, mais à éléments plus petits que celui de Dassas-Zoumé.

Au delà de Bovila, sur le sentier d'Agouagon, les affleurements sont surtout constitués par des gneiss feuilletés, le gneiss granitoïde devenant rare et ayant ses éléments fortement laminés.

LES CHAINES DE FITA (1) ET DE TCHAGUI (2)

CHAINE DE FITA

La chaîne de Fita (3), que j'ai pu relever en partie, est sans aucun doute la plus mal connue du Bas-Dahomey ; cela tient à son isolement en dehors des grandes routes et à la trop faible population qui s'y est fixée. Elle comprend au sud un massif compact, prolongé au nord par quelques hauteurs isolées de moindre importance s'avancant vers l'extrémité méridionale des collines de Tchagui. La direction générale est N. S. et sa longueur d'environ 10 kilomètres avec une largeur maximum d'environ 2 kilomètres. Le point culminant domine de 150 mètres environ la plaine environnante.

Contrastant avec la constitution pétrographique de la région gneissique, les hauteurs de Fita sont formées par un pointement de granite alcalin à amphibole sodique. Ce pointement est traversé par des filons de quartz et de microgranite à riebeckite dont l'orientation est d'environ Nm — 40° — W, l'épaisseur de ces derniers ne dépassant pas 0 m. 50 (4).

Le granite de Fita se décompose par un mécanisme régulier qui comprend trois phases : 1° altération suivant de nombreuses cassures rectilignes dont l'orientation est précisément la même que

1. Ou Affita.

2. Ou Ségui.

3 H. Hubert. — *Sur un massif de granite alcalin au Dahomey*, in C. R. A. S., pp. 764-765. Paris, 1907.

4. Je dois signaler également à Fita la présence d'un gabbro normal dont je n'ai pu déterminer le gisement avec exactitude.

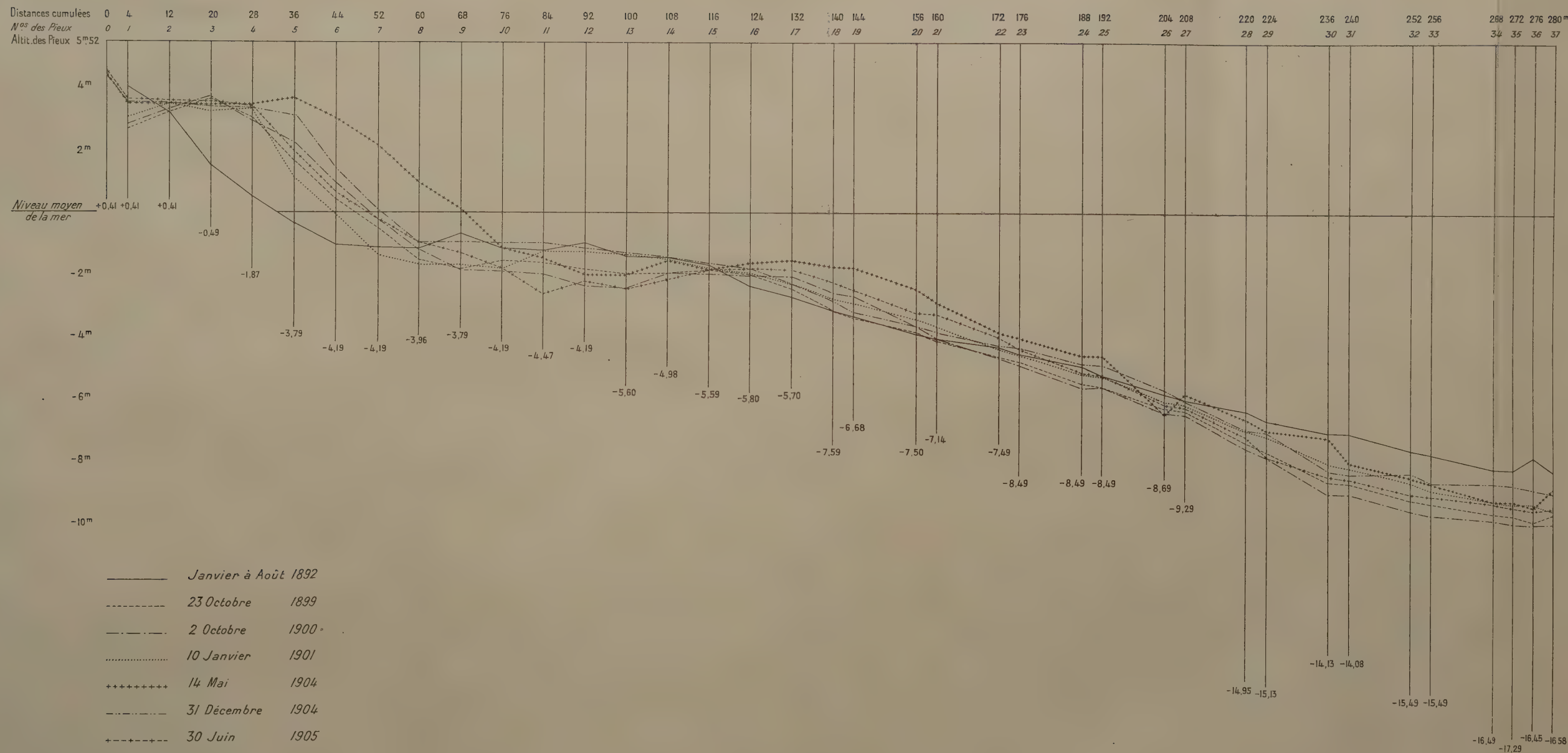


Fig. 21. — Variations du fond de l'océan sous le wharf de Cotonou.

Echelle des longueurs = 1 : 800. Hauteurs exagérées six fois.

(Cliché communiqué par les Annales de Géographie)

celle des filons ; 2° décomposition en boules ; 3° transformation au bas des pentes en conglomérat ferrugineux.

A la faveur des dissociations de ce massif, une végétation ligneuse, peu dense, il est vrai, a pu se développer. Elle atténue encore le profil longitudinal de la chaîne, déjà assez doux, tandis que le profil transversal demeure très escarpé.

Le granite à riebeckite disparaît brusquement au pied même du massif et il n'est pas possible d'en trouver la trace dans les plaines environnantes. Le seul itinéraire qui permette de voir comment s'établit le contact de la roche alcaline avec les affleurements voisins est le sentier de Fita à Ouissi, où l'on trouve successivement :

A) Au pied de la chaîne de Fita : granite à riebeckite.

B) A 250 mètres de A, microgranite à biotite exclusivement.

C) A 400 mètres de B, microgranite à biotite exclusivement.

D) A 80 mètres de C. — Contact de deux gneiss à biotite qui se rapprochent beaucoup du gneiss granitoïde des Dassas, mais le premier (du côté de Fita) est une roche très rubanée par suite d'actions mécaniques ; le second l'est beaucoup moins. A partir de ce point, on retrouve constamment, dans la direction d'Ouissi, le gneiss granitoïde des Dassas.

En dehors de l'intérêt que présente l'existence d'un massif de granite alcalin au Dahomey, il convient d'insister sur son extrême localisation et sur l'éloignement considérable du massif qu'il constitue des quelques régions africaines où ont été signalées antérieurement des roches alcalines, ce qui exclut, quant à présent, toute possibilité de rattacher ce gisement à l'une des provinces pétrographiques spéciales à ce point de vue, parmi celles qui sont déjà connues, comme celle du Tchad, par exemple.

CHAÎNE DE TCHAGUI

Il est matériellement impossible de traverser la brousse pour aller de Fita à Logozohoué, surtout aux époques où je me suis trouvé dans cette région. Je ne connais donc que la partie septentrionale de la chaîne de Tchagui, à proximité du village de Logozohoué.

Les hauteurs qui composent cette chaîne sont très peu élevées

(20 à 30 mètres au-dessus de la route de Savalou à Dassas-Zoumé). Elles se prolongent fort loin dans le sud et la distance qui sépare les dernières d'entre elles de celles de Fita n'est que de quelques kilomètres.

Les hauteurs de Tchagui sont constituées par des microgranites, généralement très altérés, et débités en blocs peu volumineux. On y trouve également des filons de diabase, très altérée.

Les microgranites de Tchagui sont localisées aux hauteurs, car, aussi bien dans le lit de la Klou qu'à Logozohoué, on ne rencontre que des gneiss feuilletés, et, d'une façon tout exceptionnelle, un gneiss granitoïde à amphibole banal. A la faveur de nombreuses cassures affectant le microgranite de Tchagui, une végétation ligneuse assez robuste s'y est développée.

AGOUAGON A SAVALOU

A environ 4 kilomètres $1/2$ au nord de Logozohoué, se trouve le village de Mocpa, au pied d'une bosse gneissique d'environ 30 mètres de hauteur. La roche caractéristique est un gneiss granitoïde aux éléments laminés, sans orientation constante ; ils sont assez volumineux à Mocpa, mais leurs dimensions diminuent lorsqu'on se déplace suivant l'une quelconque des directions rayonnantes et l'on passe peu à peu à un gneiss feuilleté. Les enclaves schisteuses, riches en biotite, sont abondantes dans cette localité. En outre, au-dessus du village, un filon de microdiorite, d'environ 40 centimètres d'épaisseur, traverse le gneiss dans lequel il envoie de petits prolongements latéraux en subissant lui-même de nombreux rejets.

La roche de Mocpa domine encore entre ce village et Logozohoué ; mais ses éléments sont alors nettement orientés N. S.

Entre Mocpa, Logozohoué et Savalou, les affleurements de gneiss feuilletés, rarement plissés, sont abondants ; au delà de Mocpa, ils sont orientés N. S. A l'Agbado, leur mica dominant est la muscovite. Ils sont parfois sillonnés de filons de quartz et de pegmatite (1).

1. Sur les bords de cette rivière, on trouve également quelques galets de quartz, rappelant ceux du Mono, du Zou et de l'Ouémé.

Entre Mocpa et Savalou il faut encore noter, au-dessus de gneiss et de pegmatites, des concrétions calcaires analogues à celles signalées précédemment.

Entre Mocpa et Agouagon, les gneiss affectent une orientation Nm — 20° — E. En même temps, le quartz devient abondant. A la Klou, le gneiss a plutôt l'aspect d'un granite, mais il est trop altéré et trop rare pour qu'on puisse établir un diagnostic certain.

Partout ailleurs on a surtout affaire à un gneiss feuilleté, dont les blocs prennent l'aspect de muraille verticale après la rivière appelée Trantran sur la carte de M. Godel. Dès qu'on a atteint la plateforme du chemin de fer, le gneiss granitoïde de la région d'Agouagon reparaît.

On notera que sur la route de Mocpa à Agouagon on ne retrouve pas trace des microgranites de Tchagui.

La route de Savalou à Agouagon traverse de nombreuses rivières qui prennent naissance plus au nord; le sol est fréquemment recouvert par leurs alluvions.

LES COLLINES DE LAMMA

Comme les monts de Fita, les collines de Lamma, dont l'extrémité méridionale est à proximité du village de ce nom, représentent un pointement granitique traversant les terrains gneissiques. Situées entre l'Agbado et la Klou, elles s'étendent sur quelques kilomètres seulement avec une orientation Em—W.

Le sommet culminant est formé par un rocher d'une trentaine de mètres, superficiellement fissuré suivant trois directions perpendiculaires, dont deux verticales. Ce système de fissures intéresse la masse tout entière, qui se décompose en boules.

La roche caractéristique est un granite granulitique à éléments parfois assez développés. Elle contient de nombreuses enclaves sphériques de microgranite, qui ne dépassent pas 2 décimètres de diamètre. Ces enclaves subissent les mêmes actions érosives que la roche encaissante, de sorte qu'elles apparaissent suivant les sections circulaires sur les parties superficielles.

Dans la plaine, entre le village de Lamma et le sommet le plus voisin, affleure, en deux points différents, un granite granulitique traversé de filons d'une pegmatite très pauvre en mica ; puis, au marigot passant à 500 mètres du village, dans la direction de l'Agbado, apparaît déjà le gneiss à grain fin marquant le début des formations caractéristiques de la région de Savalou. Les collines de Lamma sont dénudées.

LA RÉGION DE SAVALOU

Je comprends sous cette dénomination la partie qui s'étend entre l'embouchure de l'Azocan, au sud, et le village de Gouka, au nord. Vers l'est, elle ne dépasse point l'Agbado ; vers le sud-ouest, elle s'étend jusqu'au voisinage de Djaloucou ; enfin, vers l'ouest, le pays étant inhabité, il n'est possible d'en préciser la limite, qui correspond peut-être à la vallée du Zou.

MONTS DE SAVALOU

C'est une région peu accidentée d'où émerge une ligne de hauteurs qui dans son ensemble est dirigée rigoureusement N. S. Cette chaîne faisant suite aux monts de Badagba, se manifeste déjà par une série de petites ondulations un peu au sud de l'Azocan, mais les premières hauteurs ne se rencontrent réellement qu'au nord de cette rivière. Elles se présentent isolées les unes des autres entre l'Azocan et Savalou, et entre Doïssa et Coutago ; ailleurs elles sont groupées en deux massifs : dans la partie centrale, celui de Savalou ; au nord, celui de Losi qui se termine par quelques bosses granitiques insignifiantes disséminées aux environs de Gouka. Le point culminant est le dôme de Losi (Pl. I, 1), qui a environ 250 mètres au-dessus de la route voisine. Toutes ces hauteurs sont des dômes disposés sur une seule file, sauf à Savalou où elles forment, sur une petite distance, deux lignes parallèles.

Il existe une solution de continuité assez étendue entre la partie de la chaîne au sud de Doïssa et celle qui est au nord. De plus elles ne sont pas rigoureusement dans le prolongement l'une de

l'autre, mais forment un angle, très ouvert il est vrai, mais sensible néanmoins, puisque de Doïssa, sur la route, on aperçoit à la fois le versant oriental de la partie septentrionale et le versant occidental de la partie méridionale.

Le profil des hauteurs de Savalou rappelle beaucoup celui des monts de Badagba. La roche dominante s'y décompose également en blocs plus ou moins volumineux qui conservent leurs arêtes vives et demeurent en place. Cet état de chose facilite le développement de la végétation, partout assez puissante (sauf au dôme de Losi (Pl. I, fig. 1) dont les flancs sont très abrupts). L'ensemble garde ainsi un modelé moins géométrique que la plupart des hauteurs signalées jusqu'à présent.

La raison du mode de décomposition superficielle de la roche type tient à sa structure. C'est en effet un gneiss granulitique à pyroxène dont les éléments (parmi lesquels le quartz est très abondant), peuvent être assez fortement laminés, avec une orientation N. S. Il s'ensuit que des cassures fréquentes se produisent dans le sens du laminage.

Du sud au nord, les points remarquables de la chaîne sont les suivants :

A la hauteur de la rivière Santé, petite éminence à droite de la route, formée par un gneiss œillé (1), très répandu jusqu'à la première hauteur après l'Azocan. La seconde hauteur après l'Azocan est constituée par une roche semblable à celles de Badagba et ayant subi, comme elles, une désagrégation linéaire. La route passe ensuite sur une nouvelle hauteur de gneiss granitoïde, profondément altéré, très riche en quartz, traversé de gneiss feuilleté et ayant subi la désagrégation en boules. Après seulement commence la roche typique de la chaîne.

Savalou est bâti sur un col assez élevé, entouré par une sorte de cirque de hauteurs. Le gneiss normal de la chaîne affecte en ce point une orientation très nette : on dirait que ses éléments

1. J'entends par gneiss œillé, « Augengneiss » des Allemands, le gneiss granitoïde auquel les actions dynamiques ont donné une structure particulière (Pl. XIX, 4).

sont formés de baguettes parallèles ; il est souvent associé à un gneiss feuilleté grenatifère riche en éléments colorés.

Non loin du village se trouve un rocher fétiche : bloc de plus d'un mètre de côté détaché du sommet de la montagne. Il montre le contact du gneiss normal de la région contenant des enclaves de gneiss feuilleté, à grain fin, et d'une pegmatite riche en cristaux d'amphibole verte atteignant 7 centimètres de longueur. J'ai rencontré une autre pegmatite au sommet de la montagne mais elle est dépourvue d'amphibole.

Les fossés creusés le long de la route mettent en évidence, suivant une coupe verticale, l'allure franchement rubanée de la roche dominante. Parfois celle-ci ne se manifeste plus que par la présence de kaolin, isolé au milieu du conglomérat ferrugineux ; parfois, comme à trois kilomètres avant Doïssa, on assiste à tous les stades de décomposition.

Tout le long de la chaîne, le conglomérat ferrugineux est abondant, il ressemble beaucoup à celui de Kinta, c'est-à-dire qu'il ne contient pas d'éléments originels et cependant le quartz est fort répandu dans la chaîne de Savalou. Il affecte toujours une surface onduleuse en rapport avec celle de la roche préexistante.

Aux environs de Doïssa, les gneiss sont traversés par des filons de pegmatite ; à Coutago, par des filons de quartz.

Sur le sentier de Coutago à Losi par Yécou, on trouve, outre le gneiss normal, un gneiss leptynitique, assez abondant et une pegmatite qui, par endroits, a subi des phénomènes de torsion considérables.

Losi est au pied d'un dôme gneissique aux parois verticales, entaillé profondément par l'érosion. Le long de la route, en face du village de Losi, des petits pointements, soit désagrégés en boules, soit simplement fissurés par des actions érosives diverses, montrent l'association de plusieurs types gneissiques, différant d'une façon notable par la structure et la texture, mais dont il est impossible de définir les limites communes. En tous cas, le gneiss normal de la région forme toujours la masse principale des affleurements. Partout les filons de quartz sont abondants.

La variété des types augmente encore à partir de Losi. La roche normale, qu'on peut apercevoir en coupe avec l'aspect ondulé des

gneiss, est d'abord remplacée par une roche plissée, assez différente, s'isolant en boules très peu volumineuses (quelques décimètres) et se transformant, comme les diabases, en oxyde de fer compact et non en conglomérat ferrugineux. Puis la roche normale reprend avec un gneiss à amphibole peu développé.

On arrive ainsi à l'extrémité du dernier contrefort du massif de Losi, où prédomine le gneiss feuilleté, fréquemment traversé de filons de quartz. Au delà, la route passe d'abord sur la roche normale au milieu de laquelle se trouvent des boules de diorite transformés en oxyde de fer ; puis à environ 3 kilom. avant Gouka, sur un affleurement qui présente, en plan, les éléments suivants :

1. Gneiss normal de la région.
2. Gneiss feuilleté en bandes rectilignes.
3. Pegmatite, entre 1 et 2.
4. Gneiss feuilleté.
5. Gneiss feuilleté, grenatifère.
6. Gneiss analogue au type normal, mais plissé.
7. Filon de pegmatite grenatifère, dans 1.

A un kilomètre avant Gouka, un important pointement d'aplite à grenat, désagrégée en boules assez volumineuses, apparaît au milieu du gneiss. A Gouka même, les roches sont rubanées, avec une orientation Nm — 10° — E. Elles forment de petits amas en boules, d'une quinzaine de mètres d'élévation seulement, et sont traversées par des filons de pegmatite à beaux feldspaths, dont les éléments sont constamment tordus (quartz et biotite en particulier).

On retrouve encore les gneiss en se dirigeant sur Acotolobé ; au delà de cette localité, leurs affleurements deviennent rares, étant presque constamment recouverts d'un épais manteau de conglomérat ferrugineux (jusqu'à Agoua).

La constitution pétrographique de la plaine, de part et d'autre de la chaîne de Savalou, est légèrement différente de celle de l'arête montagnaise elle-même. Les gneiss feuilletés s'y rencontrent d'une façon à peu près exclusive. Les types basiques n'y sont pas rares,

Sur la route de Coutago à l'Agbado, on trouve plusieurs grandes dalles de gneiss amphibolique (3 kilom. environ de Coutago) et des gneiss feuilletés à biotite. Ces roches ont leurs éléments orientés N. S., ainsi du reste que les schistes micacés qu'on rencontre dans le lit de l'Agbado. Au delà de cette rivière, vers l'ouest, la constitution du sol change complètement.

La constitution pétrographique de la région comprise entre Savalou d'une part, Mocpa, Logozohoué et Lamma d'autre part, est fort voisine de celle de la région Coutago-Agbado. Sur le sentier de Lamma, on rencontre une série de gneiss feuilletés basiques à 1, 3, 6 et 7 kilomètres de Savalou, des gneiss riches en grenats à 5 et 5 kilom. 1/2 de Savalou, des gneiss aplitiques à 6 kilom. 1/2 de Savalou, et des filons peu nombreux de quartz filonien. Le premier de tous ces gisements est remarquable par les phénomènes d'érosion qu'il a subis : desquamation, décollement, allure imbriquée des assises successives démantelées à leur partie supérieure.

Ces roches ont toutes une orientation N. S. Comme je l'ai dit, elles ne se rencontrent que jusqu'au voisinage de l'Agbado. Il semble ainsi que cette rivière marque vers l'est la limite des formations de Savalou. Comme d'autre part sa direction, dans cette partie de son parcours tout au moins, est rigoureusement nord-sud, c'est-à-dire celle-là même des roches schisteuses qui encombre constamment son lit, on est appelé à se demander si la vallée ne s'est pas établie à la faveur des variations dans la composition du sous-sol et par suite suivant une ligne qui a été fatalement l'objet de plus faciles modifications par les agents extérieurs.

SAVALOU A DJALOUCOU

Sur la route de Savalou à Djaloucou, on rencontre un certain nombre de gisements intéressants. Le gneiss à pyroxène du type de Savalou cesse à la rivière Bodo, où se trouve un affleurement formé par l'association d'un gneiss œillé et d'un gneiss plissé très clair, dont le rubannement englobe des lentilles d'un gneiss à texture granitoïde, sans aucune orientation des éléments ; —

et par l'association de deux gneiss leptyniques : l'un à grain fin, l'autre à gros éléments et riche en grenat. Ces roches sont en contact avec une pegmatite très altérée.

Entre la rivière Apalaké et l'Azocan, il existe un gneiss à amphibole et biotite (1), qui se retrouve du côté de l'Azocan, où il forme un important affleurement. Au delà, on rencontre un gneiss feuilleté, un gneiss passant aux quartzites et une pegmatite laminée ; ces deux dernières roches très altérées.

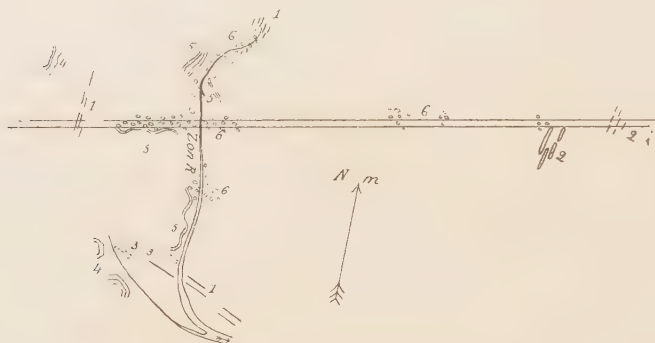


Fig. 31. — Gisement de la rivière Zon.

- 1, 2, 3, Gneiss passant aux quartzites ; 4 quartzite à diopside ;
5 Calcaire à diopside ; 6 rognons de calcaire à diopside

Au Zompa apparaît, sous forme de bancs orientés N.S., un gneiss à amphibole et scapolite associé à des types dépourvus de ce dernier minéral. Au Zou, des schistes amphiboliques et micacés, dont la composition est assez variable, forment un barrage puissant derrière lequel s'étale un bief relativement profond pendant la saison sèche. Les roches du Zou se présentent plutôt sous l'aspect de masses filoniennes. Leur orientation en cet endroit est différente de celle de la rivière. Ils sont généralement recouverts d'un épais enduit de limonite vernissée par le courant.

A environ 1.200 m. du Zou se trouve le lit du Zon. Ce ruisseau

1. L'érosion a déterminé dans certaines assises horizontales de cette roche des cavités régulières, parallèles entre elles, perpendiculaires à la direction des plans de schistosité, longues d'une dizaine de centimètres et larges et profondes d'un à 3. Je n'ai pas trouvé d'explication à ce mode d'érosion qui donne l'impression d'un travail artificiel.

passer sur le seul gisement de cipolin que j'aie rencontré dans la colonie (Fig. 31). Sa composition minéralogique est particulièrement intéressante, ainsi qu'on le verra dans la partie pétrographique. On remarquera que le calcaire du Zon, après s'être métamorphisé, a été individualisé par les eaux superficielles en une série de rognons peu volumineux, c'est-à-dire qu'il a subi une désagrégation identique à celle des calcaires sédimentaires de la Lama. Mais il a dû subir tous les autres modes de désagrégation de ces calcaires, et par suite contribuer comme eux à la formation de nodules, par recristallisation. C'est pourquoi j'attribue la formation de ces nodules, dans les terrains où les roches sédimentaires font entièrement défaut, à l'existence antérieure de poches de cipolin.

Ce gisement de cipolin est limité au sud par un banc de quartzite à diopside, contenant également de la calcite. La présence de ces roches et leur association avec les schistes cristallins est remarquable puisque jusqu'à présent aucun gisement semblable n'avait été signalé en Afrique occidentale, et on pensait même qu'il n'en existait pas. Comme on vient de le voir, mon opinion est qu'au contraire il s'en trouve — ou s'en est trouvé — un certain nombre, aujourd'hui plus ou moins dénudés ou détruits par les agents superficiels. Il n'est pas superflu d'indiquer également l'intérêt économique éventuel des calcaires puisque dans cette région, ils ont toujours été considérés comme introuvables.

Il convient d'insister également sur la proximité des gneiss à scapolite et des cipolins, ce qui est une nouvelle vérification de l'association si fréquente, signalée par M. A. Lacroix (1), de ces deux types pétrographiques.

Au delà de ce gisement, toujours dans la direction de Djaloucou, le gneiss passant aux quartzites affleure d'une façon presque exclusive, sauf à proximité de la rivière Kiaoua-Kiaoua, où perce un pointement peu étendu de granite granulitique. A environ 1 kilomètre du village de Djaloucou apparaît, mais sans transition nette, le granite typique de ce massif, aux éléments légèrement orientés.

1. A. Lacroix. *Contribution à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite*, Paris, 1889.

La région de Savalou, ainsi que je l'ai définie, est très nettement différente des régions voisines. Le gneiss granitoïde signalé antérieurement y fait à peu près défaut. Par contre, on y trouve en abondance des gneiss feuilletés et plissés contenant fréquemment du pyroxène ou de l'amphibole, des gneiss passant aux quartzites, des quartzites et des schistes micacés, des schistes amphiboliques, des cipolins, ces roches étant injectées ou traversées de pointements éruptifs. La présence de ces types pétrographiques, dont certains au moins sont sans aucun doute d'origine sédimentaire, est une raison décisive pour distinguer cette région de celles environnantes. Il est indispensable de noter également qu'au point de vue géologique sa constitution est très variée et qu'elle renferme en outre des roches qui, par leur composition minéralogique, offrent un intérêt de premier ordre.

Il est important de faire remarquer que seuls avec les plateaux d'Abomey et de Zagnanado, les monts de Savalou forment dans le Bas-Dahomey à la fois un accident du relief et un nœud hydrographique appréciable : c'est là que naissent en effet un certain nombre d'affluents de l'Agbado et tous ceux de la rive gauche de l'Azocan.

S'il en est ainsi, c'est parce que cet accident, comme ceux d'Abomey et de Zagnanado, présente une certaine continuité, et une perméabilité appréciable, due cette fois au mode de désagrégation des roches qui le constituent.



DÉPOTS DE GALETS DE FLEUVE
(Sentier de Locossa à Plogodomé).

Cliché H. Hubert.



BORDS DU MONO PRÈS D'ATHIÉMÉ

Couches argileuses horizontales reposant en discordance sur des couches argileuses redressées.

Cliché H. Hubert.

§ 10

LA RÉGION DE DJALOUCOU

MONTS DE DJALOUCOU

Les monts de Djaloucou, au modelé assez doux, ne sont en somme que de puissants rochers analogues à ceux de Lamma, mais plus élevés (30 à 80 mètres). L'un d'eux surplombe le village de Djaloucou, les trois autres celui de Zalimi (1), à deux kilomètres au sud. De grandes cassures verticales intéressent leur masse tout entière, favorisant la désagrégation en boules à la partie supérieure.

Bien que la roche de Djaloucou ait ses éléments généralement orientés (Nm — 28° — E), j'en fais néanmoins un granite à sphène. Le caractère éruptif me paraît nettement démontré par l'isolement du pointement qu'elle forme au milieu des roches feuilletées qui l'entourent de toutes parts et qu'elle traverse. En outre l'orientation des éléments n'est pas comparable à celle des roches signalées précédemment ; elle est accidentelle comme à Fita et ne se manifeste guère que sur les bords du massif.

Le massif de Djaloucou est fréquemment traversé par des filons de pegmatite et de quartz, faisant des angles très petits avec la méridienne.

DJALOUCOU A AGOUNA

A Djaloucou viennent se raccorder mes itinéraires dans la partie centrale et occidentale du Bas-Dahomey. Je donnerai maintenant celui de Djaloucou à Agouna, localité à laquelle a été limitée précédemment la région du haut Couffo.

Cette route passe constamment sur des gneiss traversés par des filons de pegmatite (au sud de Zalimi, à la branche septentrionale du Couffo et à environ 2 kilom. au nord d'Agouna). Les gneiss correspondent à trois types différents.

Le premier, de beaucoup le plus abondant, est le gneiss granitoïde de Lô, qui forme de vastes dalles tout le long de la route. Ses éléments sont d'autant plus nettement orientés qu'on se rapproche davantage de Djaloucou. Il apparaît laminé aux environs de Zalimi, où d'épais filons de granite à grain fin le traversent; à trois kilomètres au nord d'Agouna, ses éléments ont une direction rectiligne Nm — 15° — E, mais à deux kilomètres d'Agouna ils n'offrent plus d'orientation uniforme. Dans ce dernier gisement, il est associé à un gneiss à grain fin, renfermant des enclaves très micacées, des enclaves de gneiss très plissés et des enclaves de gneiss très clairs. Des filons de pegmatite traversent le tout.

Le second type de gneiss est un gneiss granitoïde à grands feldspaths, analogue à celui de Paouignan. Le troisième est un gneiss feuilleté, abondant surtout au voisinage de Djaloucou. Toutes ces roches forment de vastes dalles, où les phénomènes de décollement et de cassures par la chaleur, ainsi que ceux de décomposition en boules sont assez fréquents (Pl. III, 2).

A proximité d'Agouna, au lieu dit Sapiti, on trouve un granite à sphène analogue à celui de Djaloucou.

Sur la route de Djaloucou-Tchetti, on rencontre, à proximité de la rivière Bohon, des gneiss plissés très altérés; puis, à un kilomètre de là, un affleurement de gneiss remarquablement plissé, à texture très variable, et fréquemment recoupé par des filons du granite de Djaloucou. Celui-ci, dont les éléments sont volumineux et sans aucune orientation, peut devenir prédominant au point de former des masses isolées par l'érosion en boules de grandes dimensions.

Le gneiss plissé ne subsiste que par endroits, en lambeaux partiellement digérés. C'est une nouvelle raison pour assimiler la roche de Djaloucou à un granite (1).

1. A Djaloucou même, cette roche contient en assez grande abondance des enclaves schisteuses dont la présence vient encore apporter une nouvelle justifi-

Entre cet affleurement et les hauteurs de Tchetti, on trouve successivement des gneiss feuilletés (orientation Nm — 30° — E), des gneiss granitoïdes du type de Lô et des gneiss plissés traversés par des filons de pegmatite.

La région de Djaloucou serait donc caractérisée par un pointement de granite éruptif s'élevant au milieu de roches qu'il faut rattacher les unes aux gneiss de Savalou, les autres aux gneiss de granitoïdes de la région Paouignan-Lô, ces derniers commençant à apparaître, dans la direction Parahoué-Djaloucou, au village d'Agouna.

cation à l'hypothèse que j'ai formulée au sujet de la nature éruptive de la roche de cette localité.

LA RÉGION TCHETTI-BASSILA

Les descriptions que j'ai données jusqu'à présent m'autorisent à envisager d'un seul coup d'œil la région comprise entre Tchetti et Bassila, dont la constitution géologique est d'ailleurs très uniforme.

Le village de Tchetti est au milieu d'un groupe de dômes sans orientation générale précise et dont les cinq plus importants ont une hauteur de commandement variant de 40 à 100 mètres. Ils sont constitués par un granite à grain assez fin. C'est dans cette région que j'ai pu le mieux étudier les différents modes d'érosion du type granitique parce qu'on les y rencontre tous (desquamation, cassures, isolement en boules, blocs perchés, etc.) (Pl. II, 2 ; V, 1, 2).

De Tchetti à Bassila, et même au delà, on trouve, abondamment répartis dans tout le pays, des dômes isolés, analogues comme aspect à ceux déjà signalés et toujours dénudés. Seuls ceux de Tchetti sont constitués par un granite ; mais, comme à Djaloucou, l'aire occupée par cette roche est fort limitée. Sur la route de Djaloucou, elle commence à la rivière Ouelly, à 2 kilomètres avant Tchetti. Sur le sentier de Canaon, à 5 kilomètres de Tchetti, les dalles rocheuses ont encore bien l'aspect de granite ; mais 1.500 mètres plus loin, le granite ne se manifeste plus que sous la forme de filons traversant le gneiss granitoïde à grands éléments. En même temps, d'une manière générale, à mesure qu'on s'écarte du village de Tchetti, on observe que le granite a une tendance à l'orientation de ses éléments.

A 4 kilomètres au delà du gisement précédent, la roche dominante est un gneiss granitoïde traversé de filons assez rares de granite aplitique dont la direction est Nm — 50° — W.

Enfin à 1.500 mètres de ce point, le gneiss granitoïde, voisin du type précédent (mais plus riche en quartz qui forme des sortes d'amygdales au milieu de la roche) passe au gneiss feuilleté. Alors celui-ci domine définitivement; il est d'ordinaire plissé, l'ensemble des plissements ayant une direction sensiblement Nm — S.

Le dôme de Canaon, qui a au moins 150 mètres de hauteur de commandement, est très abrupt. La schistosité de la roche rend difficile la décomposition en boules. Le plus fréquemment les feuillets se décollent à la partie supérieure. Le gneiss granitoïde et des filons de granite aplitique ne sont que des accidents dans cette région.

De Canaon à Louba, il y a partout du gneiss feuilleté, aussi bien dans la plaine que sur les dômes, sauf toutefois à la rivière Adohéhou (15 kilomètres au nord de Doumé) où l'on rencontre un pointement de gneiss granitoïde à amphibole traversé par un filon de pegmatite.

Les mêmes roches se rencontrent entre Louba et Banté. Leur altération superficielle accuse encore plus nettement leur allure feuilletée, avec leurs plans de schistosité passant de Nm — 10° — E à Nm — 30° — E.

Banté occupe le centre d'un triangle formé par trois dômes : ceux du nord et de l'ouest étant notablement plus élevés. On retrouve là le gneiss granitoïde à grands feldspaths, avec toujours les dômes allongés dans la direction de l'allongement des éléments de la roche (Nm — 8° — E).

D'Agoua à Banté, je n'ai rencontré que quelques pointements de gneiss normal, toujours traversé de filons de pegmatite.

Au delà de Banté, sur la route de Diagbalo, il n'y a guère à signaler que des gneiss feuilletés et des schistes micacés (orientés Nm — 20° — E), à 2 kil. avant Bobé, et une pegmatite laminée, très riche en muscovite, à 5 kil. de Banté.

En allant de Banté sur Pira, on ne trouve plus qu'un peu de

gneiss granitoïde avant le Zou (1), et du gneiss normal très altéré, dans le lit de cette rivière.

Aux environs immédiats de Pira, le gneiss granitoïde et la pegmatite apparaissent de nouveau. Puis, en dehors de la route, à une dizaine de kilomètres au nord, au lieu dit Caboué, se dressent trois dômes constitués par un gneiss feuilleté aux alignements parallèles (Nm — 80° — E), mais qui peuvent prendre exceptionnellement un aspect plissé. Cette roche est traversée de filons de pegmatite à éléments très volumineux — parmi lesquels sont la biotite et l'amphibole — et des filons contenant des cristaux pentadodécaédriques de pyrite.

Pendant les 3 premiers kilomètres de la route Pira-Cabolé on trouve quelques pointements de gneiss granitoïde, passant de plus en plus au gneiss.

Puis de là jusqu'à Nioro (entre Pénésoulou et Aledjo) on ne rencontre plus que du conglomérat ferrugineux. Est-ce à dire que les formations cristallines cessent d'exister pendant une centaine de kilomètres? Non, et cela résulte : d'une part de la composition même du conglomérat contenant en abondance des fragments anguleux de quartz ; — d'autre part, de la présence d'un filon de quartz dans le poste même de Cabolé, ce qui est un indice du voisinage de formations cristallines ; — enfin, de l'existence de ces formations elles-mêmes, lorsqu'on s'écarte quelque peu de la route. A ce sujet, il est particulièrement intéressant de signaler, à mi-chemin entre Cabolé et l'Adjiro, sur le sentier de Cagouillé, un gneiss dont la partie superficielle est déjà transformée en conglomérat ferrugineux et qui permet de voir, sur un même échantillon, les passages à partir de la roche intacte.

Dans le lit de l'Adjiro, il existe du gneiss granitoïde qu'on

1. On admet généralement que le Zou traverse la route de Banté à Pira. En réalité la rivière dont il s'agit est d'importance médiocre. La branche principale du Zou semblerait être l'Odola, qui passe un peu à l'ouest de Louba. Mais l'Odola lui-même ne peut pas s'étendre loin vers l'ouest, car il pénétrerait alors dans le bassin de l'Ogou. Cependant, étant donné l'importance de l'Odola, il est difficile d'admettre qu'il prenne naissance à quelques kilomètres seulement du sentier de Louba. Au point de vue de l'hydrographie de cette région, il y a évidemment là un problème à éclaircir.

retrouve au lieu dit Cagouillé, où il forme un petit dôme. En ce point, la roche est traversée de filons de pegmatite riche en muscovite. Un autre dôme analogue, mais notablement plus élevé se rencontre à Kékélé, à l'est de Bassila.

Ainsi on est bien autorisé à conclure à la présence de gneiss sous le revêtement de conglomérat ferrugineux dans toute la région comprise entre Pira et Nioro.

En cette dernière localité seulement les dalles gneissiques (gneiss feuilleté, gneiss granitoïde à grands feldspaths) affleurent de nouveau. C'est, dans la direction d'Aledjo, el dernier point où on les rencontre.

La région des dômes gneissiques se poursuit très loin en territoire allemand, du moins à la hauteur de Tchetti-Louba, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en suivant le sentier qui unit ces deux localités.

LES MONTS DE TIHO ET D'ACALAMPA

Au nord des derniers dômes de la chaîne de Baffo, le seul élément coloré des gneiss est exclusivement la biotite.

Le village d'Agouagon est bâti sur une dalle de gneiss granitoïde. Sur la route de Savalou à Savé, cette roche n'apparaît guère qu'entre la plateforme du chemin de fer et l'extrémité est du village, encore est-elle interrompue à la hauteur de la gare d'Agouagon, où l'on trouve de nombreux contacts avec le gneiss feuilleté.

Entre Agouagon et l'Ouémé, tous les affleurements sont constitués par des gneiss feuilletés, fréquemment traversés par des filons de pegmatite. Ils sont remarquablement plissés à 2 kilomètres environ d'Agouagon tandis qu'à proximité de l'Ouémé, au contraire, leurs plans de schistosité sont rectilignes et dirigés N. S. comme le fleuve lui-même. Ils encombrent d'ailleurs son lit, et sont débités par ses eaux, parfois à la manière de petits murs verticaux.

Le gneiss granitoïde se rencontre au nord jusqu'à la hauteur d'Oco ; il forme jusque-là une série de dômes très analogues à ceux de la chaîne de Baffo, et qui en sont, *géographiquement*, le prolongement. Le plus important de ces dômes est le mont Ocpa, à quelque distance à l'est de la route.

Le lit de la rivière immédiatement au sud d'Oco est barré par des quartzites micacés lustrés par les eaux.

Ce sont encore des gneiss feuilletés, le plus souvent à grain fin, qu'on rencontre aussi au nord d'Oco jusqu'à Acalampa, et ils forment fréquemment de petits dômes toujours dénudés entre Oco et Assanté.

Acalampa se trouve à l'extrémité septentrionale d'une petite chaîne qui rappelle assez celle de Fita par son aspect et ses caractères topographiques, mais elle est sensiblement moins élevée. Cette chaîne est surtout intéressante par sa constitution. Dans la partie où j'ai pu l'aborder je n'y ai guère rencontré qu'un granite à grain très fin et, accessoirement, un granite normal.

Il n'y a aucun affleurement entre Acalampa et Abocolomé. En allant de cette dernière localité sur Coutago, on voit, avant l'Agbado, plusieurs pointements de gneiss feuilletés traversés parfois de quartz filonien ; et, à 7 kilomètres après Abocolomé, un peu de micaschiste.

On voit que la constitution pétrographique de cette région est fort différente de celle de Savalou, dont l'Agbado marque la limite.

La région comprise entre les monts d'Acalampa et l'Agbado est un nœud hydrographique assez important. On voit qu'il ne coïncide, comme c'est la règle, avec aucun accident du relief.

En dehors de la route parcourue entre Agouagon et Abocolomé, il existe un certain nombre de dômes isolés que je n'ai pu atteindre, mais dont le profil est si semblable à ceux de la chaîne de Baffo à Assanté qu'on ne peut avoir aucun doute sur leur constitution, évidemment gneissique. Ils se trouvent notamment soit à l'est, soit au nord du sentier suivi, à des distances très variables. Ils relient, par delà de la vallée de l'Ouéomé, le pays considéré avec la région qui s'étend de Savé à Diguidirou.

Comme pour les monts de Baffo, la décomposition superficielle des roches entre Agouagon, Acalampa, et l'Ouéomé donne surtout naissance à une arène gneissique. On y rencontre cependant des lentilles parfois puissantes de conglomérat ferrugineux, lesquelles proviennent, selon toute vraisemblance, de roches dont la composition chimique était sans doute légèrement différente de celle des précédents, à moins qu'on admette que la décomposition par suite d'actions physiologiques se soit très localisée. Dans ce cas particulier, je pencherai cependant plutôt vers la première hypothèse,

LA RÉGION SAVÉ-DIGUIDIROU

Le pays voisin de la frontière orientale, entre Savé et Diguidirou, est très uniforme. Il fait partie d'une région naturelle extrêmement vaste, s'étendant fort loin dans la Nigeria. Dans toute cette région, le gneiss granitoïde à grands feldspaths est de beaucoup la roche dominante, et ses affleurements sont souvent très étendus. Ce sont ou des dalles polies par l'érosion, ou, comme précédemment, des dômes isolés ou groupés, mais toujours répartis suivant une ligne méridienne (les monts de Savé et de Diguidirou exceptés). La constitution géologique est la même en territoire français et en territoire anglais ainsi qu'il m'a été facile de m'en rendre compte, de l'un des sommets de Caboua, d'où j'ai pu relever, rien que dans la Nigeria, sur 55° d'angle, 29 de ces dômes situés à des distances atteignant les limites de la visibilité de ces accidents (plus de 70 kilomètres).

MONTS DE SAVÉ

Au delà de l'Ouémé, sur la grande route de l'est, les premières hauteurs, les plus importantes aussi, forment la petite chaîne de Savé. Elle se compose d'une série de dômes répartis sur une ligne droite (mont Fofu au mont Tantani), et de quelques dômes isolés à peu de distance de la ligne principale (monts Hugboé, Adi, Babaye). La longueur de la chaîne est d'une dizaine de kilomètres.

La largeur moyenne est celle des dômes eux-mêmes (quelques centaines de mètres) ; entre Tantani et Babaye elle atteint exceptionnellement 3 kilomètres.

On a déjà indiqué des hauteurs très variables pour les monts de Savé. M. le Lieutenant du génie Martin a bien voulu me communiquer les chiffres qu'il a obtenus :

Col de Savé, altitude . . . 200 mètres (1).
 Mont Tcheminé. 1^{er} sommet. . 395 —
 Mont Tcheminé. 2^e sommet. . 428 — (point culminant),
 ce qui donne avec précision la hauteur de commandement des dômes.

L'aspect de la chaîne (Fig. 32) est très particulier à cause de l'allongement très marqué de tous les accidents qui la constituent, il est caractérisé par la brusquerie de leurs pentes latérales, voisines de la verticale, et par la régularité de leur profil (Pl. IV).

La direction générale des monts de Savé est N. N. W S S. E, c'est-à-dire très sensiblement différente de celle de toutes les chaînes rencontrées jusqu'à présent. L'orientation de tous les éléments de la roche dominante est celle-là même de tous les dômes. Elle varie de Nm — 25° — W (Mont Fofu) à Nm — 30° — W (Mont Onicpapa).

La constitution pétrographique de tout ce massif est très homogène (gneiss granitoïde à grands feldspaths). Les seuls accidents sont ceux qu'on rencontre au Mont Onicpapa, sorte d'éperon immédiatement au-dessus du poste de Savé. On trouve au sommet de cette hauteur, avec le gneiss granitoïde à grands feldspaths, toujours dominant, des bandes de gneiss franc et de nombreux filons, soit d'aplite grenatifère, soit d'une sorte de pegmatite graphique dont les éléments quartzeux se présentent en baguettes toujours arrondies. On rencontre enfin, dans le gneiss granitoïde même, des cristaux volumineux de grenat atteignant plusieurs centimètres.

Le mode d'érosion des roches de Savé est assez variable (2). Les sommets et les pentes sont normalement très dénudés.

1. Il faut noter que le col de Savé est déjà à une hauteur appréciable au-dessus de la plaine environnante.

2. Division superficielle suivant des cassures rectilignes (Mt Fofu) ; desquamation (Mt Enicpopo) ; décomposition en boules (sommets principaux) ; affouillement des aplites (Mt Onicpapa) ; dômes à pentes abruptes (Mt Tcheminé, Mt Enicpopo, etc.) ; moutonnements (Mt Tanton), etc. (Pl. IV).

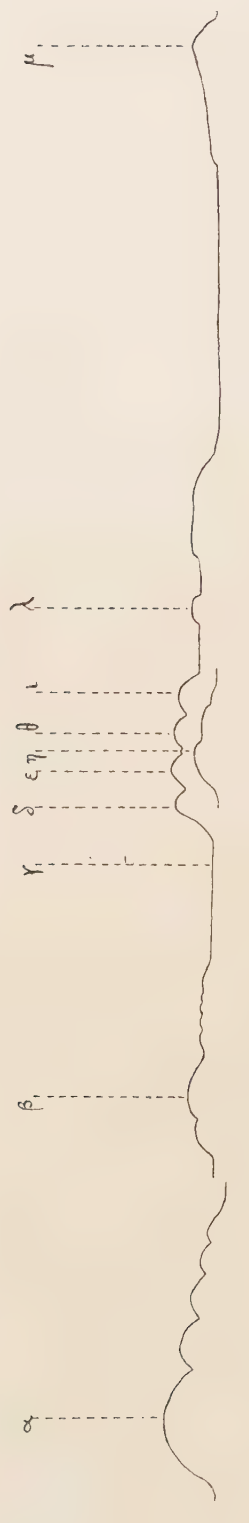


Fig. 32. — Profil (N.-S.) des monts de Savé, vus de l'ouest.

α Adi, β Tantani, γ Col de Savé, δ, ε Tcheminé, η Onicpapa, θ Tchébé, λ Adicoa, μ Fôfo.

Sauf pour Adi, plus rapproché, les monts apparaissent avec leur hauteur relative, la ligne horizontale inférieure correspondant au niveau de la mer.

Ces roches, en se décomposant, donnent le plus souvent naissance à des arènes gneissiques et le sol, immédiatement au pied des pentes, se tapisse d'argile et de dépôts meubles qui contribuent à former des terrains à la fois humides et humifères, particulièrement favorables aux cultures.

Les arènes gneissiques dominent également entre Savé et l'Ouémé, où elles recouvrent le gneiss granitoïde, parfois traversé de pegmatite, comme à proximité du fleuve.

Vers l'est, la roche de Savé apparaît sans modifications jusqu'à Diho, mais elle est parfois transformée en conglomérat ferrugineux.

DIHO A DIGUIDIROU

A partir de Diho, les gneiss granitoïdes alternent avec les gneiss feuilletés jusqu'à Ouogui, puis ceux-ci deviennent dominants jusqu'à Alafia, mais ils sont traversés : de pegmatite graphique à 2 kilomètres au sud de cette dernière localité et de filons de quartz en de nombreux endroits.

Depuis Savé jusqu'à Alafia, les feldspaths des gneiss granitoïdes ont toujours leurs contours arrondis. Au delà au contraire, ils offrent toujours des sections à

contour rectiligne, ce qui dénote évidemment des actions dynamiques moins puissantes.

Dans la région de Caboua, ces feldspaths atteignent 8 cm. de longueur; leur orientation est Nm — 55° — E.

Caboua et les deux villages situés à proximité sont au pied de dômes assez élevés qui se prolongent par des hauteurs de moindre importance jusqu'à Gogoro.

Entre Alafia et Caboua, les seuls accidents qu'on rencontre au milieu du gneiss granitoïde sont des pegmatites et des gneiss feuilletés; entre Caboua et Gogoro, ce sont des gneiss à pyroxène très particuliers dont le seul affleurement s'étend sur une centaine de mètres seulement. Ces roches se traduisent à la surface du sol par des pointements peu étendus, souvent décomposés en boules à la surface. Un peu plus loin dans la direction de Gogoro, on trouve du quartz et aussitôt après le gneiss granitoïde reprend. Il forme quelques dômes peu importants à Gogoro, où l'orientation de ses éléments est Nm — 10° — E.

Les mêmes formations (gneiss granitoïde traversé de filons de pegmatite et de quartz) se continuent jusqu'à Kémo. Elles se manifestent toujours sous la forme de dalles très étendues et de dômes (Compong, Cobouin, Yaoui, etc.). Dans toute cette partie, j'ai rencontré assez fréquemment, mais pas toujours en place il est vrai, des gneiss à pyroxène, que j'assimile à ceux affleurant entre Caboua et Gogoro. Comme il est certain que les indigènes ne se donnent pas la peine de les transporter, on peut admettre que ces dernières roches sont à proximité de leur gisement.

Le gneiss granitoïde cesse à peu près complètement à partir du dôme qui se trouve à l'ouest du sentier de Kémo à Thouy, à trois kilomètres du nord de Kémo. Depuis ce point jusqu'à Tchaourou, c'est-à-dire sur environ trente kilomètres, le sol est presque constamment recouvert de larges éléments de pegmatite (muscovite notamment) (1), les gneiss n'étant représentés que par les dômes isolés (Ocoutado, Korokoto) et, sur une faible distance, à Papané.

1. J'ai d'ailleurs fréquemment rencontré la roche en place. Les pegmatites graphiques sont également très abondantes.

Il est vraisemblable que ces pegmatites se poursuivent encore sur une certaine longueur au nord de Tchaourou, mais je ne suis pas en état de l'indiquer, puisque, en cet endroit, j'ai abandonné la route de Parakou.

On trouve encore à Tchaourou des gneiss à pyrite et à pyroxène désagrégés en boules, très analogues à ceux de Caboua.

Dès Tchaourou, le gneiss granitoïde à grands feldspaths se retrouve sur la route d'Halafia. Il est accompagné de gneiss feuilleté au village de Boroné, mais il domine exclusivement depuis Ouocpo (nouveaux dômes) jusqu'au delà de Goro, point à partir duquel on ne trouve plus que des gneiss feuilletés.

Entre Halafia et les monts Delcassé, au sud, on ne rencontre également que des gneiss normaux, traversés de filons de pegmatite (pegmatite normale, pegmatite graphique), notamment à proximité des monts Delcassé sur le sentier de Coda.

En remontant au nord, dans la direction de Bapéro, le gneiss granitoïde n'affleure guère qu'un peu au delà de Boubou; partout ailleurs, le gneiss feuilleté domine toujours avec des filons de pegmatite ou de quartz.

A Bapéro sur la grande route de l'est, on retrouve le gneiss granitoïde à grands éléments, ceux-ci ayant une orientation Nm — 30° — E qui se poursuit assez loin vers l'est. A Parakou, ces éléments sont disposés suivant des lignes sinueuses, comme à Aouaya. En outre, le gneiss feuilleté, sous la forme d'enclaves ou de bandes rectilignes, apparaît fréquemment inclus dans le gneiss granitoïde.

A la rivière Pésira, près de Diguidirou, les éléments de gneiss granitoïde prennent une orientation nettement différente de celle qu'ils avaient précédemment (Nm — 80° — W). Cette orientation, qui se retrouve dans les monts de Diguidirou (Nm — 80° — W à Em — W) (1), se poursuit certainement vers l'est, puisqu'elle coïncide avec celle des monts de Diguidirou.

Les seuls accidents pétrographiques différents du gneiss granitoïde sont : 1° des gneiss feuilletés à la rivière Pésira et au pied

1. Exceptionnellement elle redevient sensiblement N. S. à 4 kil. à l'ouest de Diguidirou, à proximité de Nyassi.

de la ligne d'ondulations sur laquelle se trouve Nyassi : 2° de la pegmatite à l'Ocpara : 3° des petits pointements de granite normal à biotite à la rivière Pésira et entre Nyassi et Diguidirou.

MONTS DE DIGUIDIROU

Les monts de Diguidirou ont une direction toute différente de celle qu'on leur a attribuée jusqu'ici et leur importance est beaucoup moindre. Ils sont formés, à Diguidirou même, par une sorte de cirque, marqué par trois hauteurs au-dessus de Diguidirou (Mts Pécourérou 70 m., Bapérou, Toncaré 80 m.) et d'une suite de dômes dont la direction (Nm — 70° — E) est précisément celle des alignements de la roche constituante. C'est, de tous les massifs cristallins rencontrés, le seul qui possède une telle orientation.

Le point culminant de ces hauteurs, à l'est de Diguidirou domine la plaine environnante d'une centaine de mètres environ. Les altitudes des régions environnantes étant comprises entre 390 m. (Nikki) et 430 m. (Sia), il y a toutes les probabilités pour que celle de Diguidirou soit intermédiaire, ce qui donnerait pour le point culminant des monts de Diguidirou une altitude sans doute très peu supérieure à 500 mètres.

Les monts de Diguidirou, que recouvre une maigre broussaille, présentent normalement le profil en dôme, mais en certains points, notamment au centre de la chaîne, on trouve des blocs perchés, démantelés, comme dans les Dassas. La pegmatite et le quartz traversent fréquemment la roche normale, qui contient en assez grande abondance des cristaux de tourmaline noire de plusieurs centimètres, notamment entre les monts Bapérou et Pécourérou.

Je n'ai point visité la région de Péréré, mais j'y ai fait recueillir plusieurs échantillons, appartenant également au gneiss granitoïde. Il est donc certain que cette roche y est largement représentée.

La région de Savé marque en somme la réapparition des formations de Paouignan et des Dassas où domine le gneiss granitoïde à grands feldspaths. Il est à noter que l'orientation géné-

rale N.S. des éléments de cette roche subit deux déviations notables : la première aux monts de Savé, la seconde aux monts de Diguidirou. Cette dernière est particulièrement accentuée.

Parmi les accidents pétrographiques de cette région, il convient de faire une place à part aux gneiss à pyroxène de la partie Tchaourou-Caboua.



Cliché H. Hubert.

L'ATACORA AU-DESSUS DE PEBOURGOU (Versant occidental).



Cliché H. Hubert.

L'ATACORA A LAMBOUNTI (Versant oriental).

§ 14

LES MONTS DELCASSÉ

On a donné le nom de monts Delcassé au groupe montagneux qui domine le village de Carnotville. Certains géographes appliquent ce nom à l'ensemble des groupes de hauteurs suivants (Fig. 30 et 33) :

1° Chaîne au-dessus de Carnotville (σ à θ , fig. 30) ;

2° Chaîne sur la rive droite et à une certaine distance de l'Ouémé, désignée par les indigènes sous le nom de monts Coufé (μ , fig. 30) ;

3° Chaîne à proximité de la rive gauche de l'Ouémé, mais à une certaine distance de Carnotville (douze à vingt kilomètres) (φ , fig. 30) (1) ;

4° Monts d'Ouari-Marot.

Je n'ai visité que le groupe au-dessus de Carnotville que j'ai relevé dans sa plus grande partie. Il est formé par un cirque de hauteurs disposées suivant une ellipse (non fermée dans le quadrant N.W.) d'environ 10 kilomètres de longueur sur 5 kil. 1/2 de largeur (Fig. 33). En dehors de ce cirque se trouvent, au N.E., un sommet de médiocre importance et, au sud, le mont Kabé, qui se poursuit assez loin vers le S.S.W.

Je n'ai point mesuré l'altitude de ces hauteurs. La carte de M. Godel indique pour le mont Kabé (point culminant) 317 mètres,

1. Cette chaîne m'a été donnée par les indigènes comme étant celle d'Ouari-Marot. C'est là un renseignement que je n'ai pu vérifier par la suite, mais je le crois inexact parce que, dans ces conditions, Ouari-Marot serait à moins de 15 kilomètres de Carnotville ce qui est en opposition flagrante avec tous les itinéraires que j'ai consultés.

soit environ 300 mètres au-dessus du village de Carnotville. Je me rallie très volontiers à ce chiffre, qui paraît déterminé avec toute la précision désirable.

L'allure de cette chaîne est assez particulière ; elle est constituée par trois types différents :

1° Une sorte de muraille aux parois latérales abruptes, mais dont la masse est décomposée à la fois dans le sens longitudinal et dans le sens transversal par des sillons parfois profonds qui isolent des sommets distincts. (Fig. 30). C'est le type de la montagne qui s'étend depuis le mont Dougou jusqu'à Carnotville.

2° Des chaînons plus ou moins allongés formés d'un ou de plusieurs sommets disposés sur une seule ligne (partie occidentale du massif ; mont Kabé).

3° De dômes peu importants à contour généralement circulaire.

Les deux premiers types correspondent à une même constitution. La roche ancienne est un gneiss feuilleté à biotite (exceptionnellement à amphibole en certains points du mont Kabé), elle est traversée par des filons de quartz (mont Dougou) et surtout par du greisen qui peut être abondant au point de masquer le gneiss. Celui-ci, là où on l'aperçoit, affecte une orientation coïncidant avec celle de la hauteur qu'il a formée (depuis Nm — 6° — W jusqu'à Nm — 12° — W au Mt Dougou ; Nm — 50° — E au Mt Kabé). Le greisen lui aussi présente une tendance à l'orientation, mais elle n'est pas toujours également marquée.

Les formations en dôme, beaucoup moins importantes, sont formées de gneiss granitoïde à grands éléments, assez abondant au voisinage de Carnotville. Cette roche est, en certains points, associée au gneiss feuilleté ; ses éléments sont sensiblement orientés N.S. et cela d'une façon constante.

La roche la plus intéressante du gisement de Carnotville est le greisen, tant à cause de son développement que par sa composition. Il contient en effet des cristaux assez volumineux — plusieurs centimètres — de tourmaline noire et de titanomagnétite (1). On

1. Entre Coda et Halafia, j'ai trouvé en outre, non en place, mais sans aucun doute à proximité de leur gisement, des échantillons d'hématite dont certains atteignent une quarantaine de grammes.

ne le rencontre que sur les hauteurs. Il n'est pas douteux que c'est à sa présence qu'est dû le relief général de la contrée, car, en raison de sa composition, il a protégé contre l'érosion les surfaces qu'il recouvrait, tandis que les roches feldspathiques voisines se décomposaient rapidement. Il est aisé de voir que le greisen ne subit qu'une altération très peu appréciable, car superficiellement il conserve tous ses caractères et il ne se transforme ni en arène ni en conglomérat ferrugineux.

Parmi les autres hauteurs que j'ai signalées dans ce groupe, les monts Coufé forment un massif compact dont le profil est bien celui d'une crête gneissique mais non parfaitement caractéristique. Par contre, il n'y a aucun doute possible pour la chaîne peu éloignée de Carnotville, située sur la rive gauche de l'Ouémé. Elle est formée de dômes gneissiques parfaitement nets et analogues à ceux de la chaîne de Ballo ou de la région Savé-Tchaourou. Du mont Dougou, sur le sentier de Coda à Carnotville, j'ai pu en repérer une vingtaine répartis en onze groupes bien nets (fig. 30). Quant aux monts d'Ouari-Marot je ne les ai point vus, mais tous les renseignements que j'ai recueillis à leur sujet me permettent d'affirmer qu'il s'agit là encore de dômes gneissiques.

La constitution géologique est la même lorsqu'on se dirige vers l'ouest, car de Carnotville on aperçoit encore un dôme fort éloigné (v. fig. 30). Les indications topographiques portées sur le sentier de Carnotville à Bassila et les renseignements qu'a bien voulu me donner M. Savariau, Chef du Service de l'Agriculture au Dahomey, qui a suivi ce chemin, montrent qu'on se trouve là encore en présence des mêmes affleurements, et cela est normal, puisqu'ils existent déjà à l'est de la ligne Cabolé-Bassila et que toute la périphérie de la région non parcourue possède la même constitution, comme on le verra par la suite.

Ainsi le massif des monts de Carnotville forme bien, lui aussi, une région individualisée. Elle est très limitée il est vrai, mais les accidents topographiques y acquièrent une importance remarquable.

LA RÉGION NIKKI-SINENDÉ

Je désigne sous ce nom la région qui comporte comme accidents principaux les hauteurs de Kidaroupérou et celle des environs de Sinendé.

Si je n'ai pas fait une distinction entre ces deux parties, c'est parce qu'elles offrent au point de vue de la géographie physique ce trait commun d'être traversées par la ligne de partage des eaux du Dahomey : il y a donc avantage à les considérer en bloc.

DE DIGUIDIROU A DÉRASSI

La partie comprise entre Diguidirou et Dérassi est constituée par des gneiss feuilletés, traversés par des filons de pegmatite (notamment à Mono et au voisinage de Dérassi) et de quartz (à 3 kil. de Nikki, près de Kalé). Quant au gneiss granitoïde, il se rencontre seulement entre Goré et Mono, où il affleure presque constamment. On trouve encore du gneiss à deux micas (à Pébérabou et sur le sentier de Dérassi à Kalé, à 3 kilomètres du premier village et à un kilomètre du second) et des quartzites rouges. Ces dernières roches forment des bancs allongés de trente mètres de longueur sur cinq de large, à proximité de la rivière Sanorou. Leur orientation est Nm — 26° — E ; elles affleurent encore sur le chemin de Choria à Pébérabou, à environ 4 kilomètres de ce dernier village.

RÉGION DE KIDARROUPÉROU

Un peu au nord de Dérassi, entre cette localité et le premier village peuhl (1), apparaissent des grès, puis peu à peu com-

1. On écrit Peul, Peül, Peulh, Peuhl, cette dernière orthographe paraissant la plus répandue. Ce qui est le plus curieux, c'est que ce mot, servant à désigner

mence la région accidentée dont Kidaroupérou est le centre.

J'ai essayé de débrouiller l'orographie de cette région très peu étendue, pendant les cinq jours que j'y suis resté et je ne suis arrivé à aucun résultat satisfaisant. Il faut dire tout d'abord que le relief est assez compliqué, mais la principale difficulté est, je crois, imputable à l'affollement de l'aiguille aimantée. Si, d'un point situé à l'extrémité d'une droite on vise l'autre extrémité et qu'on recommence l'opération en sens contraire, on ne retrouve pas le même azimuth. M. Drot, qui a relevé avec grand soin beaucoup d'accidents topographiques du Dahomey, m'a dit avoir éprouvé lui aussi de grosses difficultés à Kidaroupérou.

On peut invoquer, pour expliquer les troubles dans la déclinaison, soit la constitution minéralogique de la région, soit les actions tectoniques qu'elle a subies.

Les monts de Kidaroupérou apparaissent, entre le premier village peuhl au nord de Dérassi et Gueysourou, sous la forme de quatre promontoires qui s'avancent à un ou deux kilomètres du sentier. On en gravit un cinquième un peu avant d'arriver à Gueysourou et l'on se trouve sur un plateau à surface irrégulière dont on ne descend qu'aux environs de Kidaroupérou. Cette descente s'opère par une succession de crêtes parallèles dont l'une se prolonge, pendant trois kilomètres au nord, jusqu'au sentier qui va sur Dunkassa. Au sud de Kidaroupérou et au nord de Gueysourou, le plateau recommence. Enfin, une succession de hauteurs de peu d'étendue se rencontrent soit immédiatement au voisinage de Kidaroupérou, soit au nord sur la route qui va de ce village à Fongovéna. Ces hauteurs, ainsi que toutes les arêtes qui émergent du plateau, ont une direction très voisine du nord magnétique. Elles dominent toutes la plaine de moins de cent mètres.

La constitution de la région de Kidaroupérou est la suivante : Les gneiss, les amphibolites et les talcschistes, traversés de roches éruptives diverses, forment le sol de la plaine et tous les accidents orientés N.-S. Au contraire, la surface du plateau, là où elle est

une race qu'on retrouve dans tout le Soudan, n'est pas compris, au Dahomey du moins, de ceux qu'il désigne. Ceux-ci s'appellent Foula, Foulbé, etc., et surtout Poullou, mais jamais Peuhls.

horizontale, est recouverte par des grès reposant toujours en discordance nette sur les gneiss en les masquant partiellement. Enfin, en certains points, le conglomérat ferrugineux a acquis une épaisseur telle qu'il est impossible de connaître exactement la roche sous-jacente (gneiss ou grès).

Du premier promontoire vers le sud, c'est-à-dire en face du village peuhl déjà signalé, on trouve à la base un gneiss feuilleté et, sur la hauteur, une association de gneiss très plissé et d'un gneiss feuilleté à plans de schistosité rectiligne. Cette dernière roche, à deux micas, a ses éléments disposés suivant une direction Nm — 35° — E qui est celle-là même des nombreux filons de pegmatite et de quartz contigus.

Sur le plateau, entre Gueysourou et Kidaroupérou, le grès à ciment siliceux, exceptionnellement à ciment argileux, est très abondant ; cependant les gneiss se rencontrent à plusieurs reprises, ainsi que les pegmatites, notamment dans les trois derniers kilomètres au voisinage de Gueysourou. Ces deux types de roches cristallines : gneiss et pegmatites, sont de beaucoup les plus abondants. D'ailleurs l'énumération des différents types rencontrés sur le sentier qui, dans la plaine, va de Kidaroupérou à l'extrémité septentrionale du plateau, à 3 kilomètres environ, donnera une idée très complète de toutes les formations de la région :

1. Première hauteur (15 m.) à 400 m. de Kidaroupérou. Grès très compact à ciment siliceux, vitrifié (1).

2. Gneiss feuilleté (Nm — 20° — W).

3. Filons de pegmatite et gneiss à feuillets très fins (Nm — 25° — W).

4. Dans le lit de la 4^e rivière et celui de la cinquième au nord : sable très riche en grenat et en hématite.

5. Gneiss feuilleté et filons de pegmatite de direction curviligne : les feuillets de gneiss étant écartés en éventail et passant à un gneiss très plissé. L'orientation des filons de pegmatite variant Nm — 12° — W à Nm — 60° — W. Cet ensemble est traversé à peu près normalement par des filons de quartz et de pegmatite à très beaux feldspaths. Suivant un plan vertical, les effets de torsion ont été également très violents, puisque les

1. Ces grès présentent un aspect différent des autres grès siliceux. Ils sont très durs et présentent une cassure brillante par suite de l'abondance de leur ciment. C'est pour cette raison seule que je leur donne l'épithète de « vitrifié ».

roches ont un pendage qui varie de 75° en un même point, les feuillets se trouvant relevés jusqu'à 40° .

6. Gneiss à amphibole et grenat.

7. Boules de diabase provenant d'un filon sous-jacent qu'on aperçoit sur quelques mètres seulement (la roche est partiellement transformée en oxyde de fer).

8. Pegmatite laminée.

9. Filons de quartz, avec tourmaline noire.

10. Gneiss à biotite (Nm — 20° — E).

11. Gneiss à biotite venant buter contre le précédent (Nm — 55° — W).

12. Gneiss à biotite, d'orientation variable (Nm — 20° — W à Nm — 10° — E).

13. Pegmatites d'orientation variable (Nm — 10° — W à Nm — 30° — W).

14. Gneiss orienté Nm — 40° — W à Nm — 5° — E.

15. Talcschiste, décomposé en boules au pied des pentes, et couronnant le sommet du plateau à son extrémité septentrionale. Selon toute vraisemblance, cette roche provient de la décomposition d'amphibolites. La présence du talc n'est pas exclusive, on y trouve aussi de la biotite.

16. Amphibolite, se présentant à flanc de coteau, à l'extrémité septentrionale du plateau.

17. Grès à ciment siliceux, vitrifié, formant le revêtement régulier du plateau. Il est surmonté de conglomérat ferrugineux riche en hématite.

Dans la direction de Fongovéna, au delà du rebord septentrional du plateau, on rencontre une nouvelle hauteur, dont l'extrémité méridionale est contournée par le sentier. Cette hauteur, orientée N S. et mesurant une quarantaine de mètres, est constituée par des gneiss à deux micas traversés de pegmatite graphique. A 300 mètres plus à l'ouest, les grès siliceux affleurent dans la plaine, puis ce sont des quartzites et, de nouveau, des grès à deux kilomètres à l'ouest des précédents. Ceux-ci, toujours à ciment siliceux, vitrifié, couronnent une nouvelle hauteur, dont la base est gneissique ; du conglomérat ferrugineux à hématite domine le tout.

Le reste du sentier, jusqu'à Dunkassa, permet d'apercevoir d'une façon constante des gneiss granitoïdes traversés de très nombreux filons de pegmatite.

A proximité de la rivière Ouéna, on constate la présence de gneiss œillé, traversé par un granite ; le contact des deux roches

s'effectuant soit suivant des directions rectilignes, soit suivant des directions sinueuses, qui montrent le gneiss comme déchiqueté. Puis l'ensemble est traversé de nouveau par des filons de pegmatite normale, assez étroits, et de pegmatite graphique, plus développés, les uns et les autres affectant une direction très voisine du nord vrai.

Le granite se rencontre encore assez abondamment aux environs de Fongovéna jusqu'au voisinage de la dernière hauteur gréseuse signalée précédemment. Quant aux grès, ils finissent définitivement à 2 kilomètres à l'ouest de cette même hauteur.

Dunkassa à Bessaroupérou.

La portion de route comprise entre Dunkassa et Bessaroupérou est surtout marquée par des formations argileuses, et comme elle est bien irriguée, elle acquiert, lors des pluies, un faciès marécageux particulier, typique des régions granitiques ou gneissiques. On n'y trouve, comme roches en place massives, que de la pegmatite et du granite au voisinage de Dunkassa ; du quartz, des talcschistes (provenant de la décomposition d'amphibolites) et du granite à grain fin à proximité de Bessaroupérou.

Le relief des environs de Bessaroupérou est beaucoup plus complexe que le représentent les cartes actuelles. Il consiste en une série de vallonnements successifs, peu importants, qui précisent le cours des rivières et présentent une orientation très voisine de la méridienne. On trouve en outre plusieurs petites hauteurs à quelques kilomètres les unes des autres, disposées suivant une ligne droite orientée Nm — 50° — E ; elles sont exclusivement constituées par du conglomérat ferrugineux.

Les roches rencontrées entre Bessaroupérou et Bégou sont : des gneiss feuilletés à Bessaroupérou ; des talcschistes à environ 1.500 de Bessaroupérou (ils forment ici une petite hauteur à proximité de laquelle on trouve de la pegmatite et du quartz) ; des granites à grain fin à 4 kilomètres de Bessaroupérou et à la rivière qui passe à Bégou ; des aplites à 3 kil. de Bessaroupérou ; des gneiss granitoides (assez rares), à 6 kilomètres de Bessaroupérou, orientés Nm — 50 — E ; enfin, sur toute la route, de nom-

breux filons de pegmatite (pegmatite normale, pegmatite graphique).

La région marécageuse se poursuit jusqu'à la Bouly ; on n'y trouve plus guère que du quartz filonien, les autres éléments ayant été décomposés ou se trouvant masqués par les argiles superficielles et le conglomérat ferrugineux.

Région de Sinendé.

Au delà de la Bouly commence la région de Sinendé. Je donne ce nom au pays accidenté marqué par les villages de Béroubouay, Bembéréké, Fo et Lougou. On y remarque trois types d'accidents :

- 1° Les monts d'Ouénoubéroù ;
- 2° Les dômes gneissiques de l'est ;
- 3° Les hauteurs de conglomérat ferrugineux.

MONTS D'OUÉNOUBÉROU

Les monts d'Ouénoubéroù forment une chaîne de direction rectiligne, ayant une vingtaine de kilomètres de longueur sur 2,5 à 3 de largeur (Fig. 34). Elle est composée : par une série de dômes étroits mais assez élevés entre Saoré et le Gando (1) de Saoré ; par une arête unique, mais assez large entre Bembéréké et Ouari ; puis, un peu au nord d'Ouari, par deux séries de lignes de hauteurs presque parallèles, laissant entre elles une vallée d'un kilomètre de large à partir d'Ouogou. Le point culminant, entre Ouari et Ouénoubéroù atteint bien 130 mètres au-dessus de la plaine. Tous ces accidents ont la même orientation (Nm — 25° — E). Leurs versants latéraux sont très abrupts.

Dans toute cette chaîne, que j'ai traversée trois fois et que j'ai parcourue pendant plusieurs jours, je n'ai trouvé que trois minéraux : le quartz, la tourmaline noire, la muscovite ; leur association fait croire à des roches différentes si l'on considère des échantillons recueillis en des endroits où l'un quelconque des éléments est dominant. Comme tous ces minéraux sont orientés dans

1. Gando, village de captifs chez les Bargou.

le sens de l'allongement de la chaîne on a, en des points très voisins, les types pétrographiques suivants :

1. Greisen très riche en muscovite (1).
2. Greisen à éléments orientés.
3. Greisen à tourmaline à éléments orientés.
4. Tourmalinite.
5. Quartz.

En réalité la roche dominante est formée presque exclusivement de quartz, auquel s'ajoutent des paillettes de muscovite, d'ordinaire peu développées.

La roche 1 est peu abondante ; elle se présente en bandes parallèles de quelques décimètres de largeur en moyenne — quelques mètres exceptionnellement — presque uniquement formées de muscovite dont les lamelles sont orientées parallèlement. Ces bandes riches en mica sont souvent limitées par des bandes quartzieuses de même épaisseur ; les premières affectent, au-dessus du Gando de Saoré, des phénomènes de torsion remarquables.

La tourmalinite est elle-même peu développée ; elle offre tou-

1. Bien que cette roche ne contienne pas d'étain, je crois préférable de lui donner le nom de greisen plutôt que celui de pegmatite, car elle est dépourvue de feldspath.

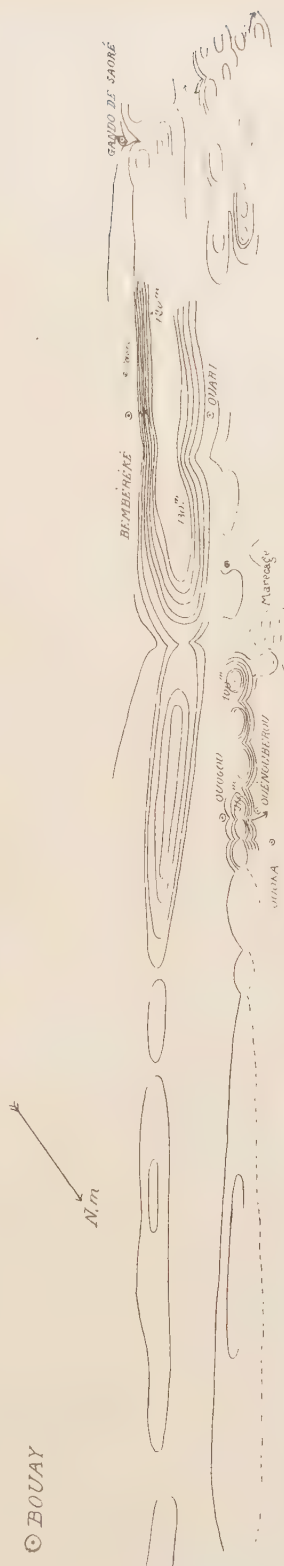


Fig. 34. — Croquis des monts d'Ouenoubérou. Echelle approx. 1/100,000.

jours une allure filonienne, assez souvent avec de petits rejets.

La constitution de cette chaîne lui donne une allure spéciale très comparable à celle de la partie des monts Delcassé comprise entre Coda et Carnotville. On remarquera que les types pétrographiques sont presque identiques, ce qui explique ce rapprochement. L'Atacora donne également une impression analogue dans les points où il est exclusivement constitué par des quartzites à muscovite. Or, on voit qu'au point de vue de la composition minéralogique seule, les roches de l'Atacora, d'Ouénoubérou et de Carnotville sont identiques ; il n'y a donc rien d'étonnant à ce que les accidents qu'elles forment aient un modelé analogue. La comparaison se poursuit non seulement pour le dessin topographique des hauteurs considérées mais encore pour leur aspect : car elles forment très facilement des murailles à pic, ce qui, pour tout le Dahomey, du moins, est caractéristique.

Un mode d'érosion qui se manifeste souvent au sommet des hauteurs d'Ouénoubérou consiste en la formation de rigoles assez profondes, généralement obliques, gravées dans la roche quartzreuse et isolant des arêtes très vives. Cette chaîne est relativement boisée.

La formation qui caractérise les monts d'Ouénoubérou se poursuit au delà de l'arête montagneuse. Vers l'est on ne trouve que du quartz jusqu'à la Bouly, avec du sable riche en hématite par places. Il en est de même vers l'est jusqu'au delà de Kamécou. Vers le nord enfin on rencontre une roche très analogue aux environs de Béroubouay, et d'une façon presque exclusive du quartz et de la pegmatite jusqu'au voisinage de Zougou (1) C'est pourquoi je rattacherai aux monts d'Ouénoubérou les petites hauteurs situées au sud de Béroubouay, qui se sont trouvées en dehors de mon itinéraire.

DOMES GNEISSIQUES

Les dômes gneissiques sont groupés sur une ligne à peu près droite entre Ouari et Lougou. Ils rappellent assez bien les hau-

1. On trouve seulement un affleurement de gneiss feuilleté sur le sentier d'Ouesséné à Zougou, à environ 4 k. de ce dernier village.

teurs de la ligne Caboua-Ouorpo à la fois par leur disposition topographique, par leur modelé, par leur altitude (point culminant dôme de Bouro, environ 100 mètres) enfin par leur composition minéralogique. C'est toujours le même gneiss granitoïde à grands feldspaths orientés (Nm — 14° — E à Nm — 40° — E).

Dans toute cette partie, les dalles gneissiques affleurent constamment.

Comme accidents possédant une composition minéralogique voisine, il faut signaler, dans cette région, les enclaves schisteuses, très micacées, au milieu du gneiss granitoïde (Yarra, Ouari); l'association de bandes parallèles d'un gneiss feuilleté à biotite et d'un granite hololeucocrate à pyrite (Coumassou); le passage du gneiss granitoïde au gneiss feuilleté à 3 kilomètres à l'ouest de la rivière Sué — où les grands éléments de la première de ces roches diminuent rapidement de taille et se présentent en alignements de plus en plus nets, tandis que les enclaves schisteuses précédentes offrent toujours l'aspect d'un gneiss feuilleté —; enfin le gneiss à muscovite aux environs de Kogabo et la pegmatite à tourmaline, très laminée, un peu avant Kamécou.

Parmi les autres types pétrographiques, il faut citer une amphibolite constituant l'élément principal de quelques ondulations aux environs d'Ouari. Cette roche, très altérée, est sillonnée de veinules quartzеuses, avec, superficiellement, des dépôts siliceux successifs. Quand elle est décomposée, il ne reste que des masses argileuses rougeâtres, isolées par les filonnets siliceux, puis, au terme ultime, on n'a plus qu'une association de grands cellules vides, par suite de la disparition de l'argile.

J'ai recueilli également dans cette région, notamment entre Kogabo et Kamécou, des masses assez volumineuses formées par de la bauxite pisolitique (latérite), celle-ci provenant d'éléments décomposés de roches dont je n'ai pu retrouver la trace. D'ailleurs je n'ai jamais rencontré ces formations en place, mais à proximité de leur gisement. Elles proviennent sans doute du sommet des petites ondulations qui bordent la route, car leur masse exclut tout idée de transport. Ces formations, je l'ai dit, sont exceptionnelles au Dahomey.

Les gneiss granitoïdes se poursuivent vers l'ouest au delà de Couésourou. M. Drot a bien voulu me donner la certitude qu'on les rencontrait non seulement jusqu'à Tobré, mais qu'ils se prolongeaient aussi jusqu'à Djougou et jusqu'à Kouandé (1), et j'ai pu moi-même m'assurer de leur présence dans la région occupée par ces deux localités. Au sud, il est évident qu'ils se raccordent avec ceux de la région de Parakou. Vers l'est ils sont partiellement interrompus par la chaîne d'Ouénoubérou, mais ils se prolongent vers le nord au delà de Lougou.

HAUTEURS DE CONGLOMÉRAT FERRUGINEUX

Les hauteurs formées exclusivement de conglomérat ferrugineux sont assez nombreuses dans cette région (Baobra, Kogabo, etc). Elles sont en général peu élevées, celle de Baobra atteint cependant 50 mètres environ. Il n'est pas possible de connaître la constitution de la roche qui existait antérieurement, mais étant donnée la nature des formations de cette région, les hypothèses possibles sont peu nombreuses. Il est évident que ce n'était pas une roche identique à celle d'Ouénoubérou, en raison de sa pauvreté en éléments ferrugineux. Il est donc probable que c'était un gneiss riche en éléments ferro-magnésiens, car les accidents de gneiss granitoïde demeurent à nu dans ce pays (2).

Par contre, dans les parties planes de la région de Sinendé, le conglomérat ferrugineux est abondant, quelle que soit la roche sous-jacente, sauf cependant dans la chaîne d'Ouénoubérou et aux environs.

J'ai déjà exposé, à propos des eaux courantes en général, les caractères de l'hydrographie dans cette région. Or il ne faut pas se dissimuler que les moyens d'investigation sont très rudimentaires dans toute la colonie, et qu'on ne connaît le plus souvent, en ce qui concerne les rivières, que leur trace à l'intersection des sentiers et leur direction générale, lorsqu'un accident de terrain

1. Pour la partie Tobré-Kouandé, ce fait m'a été confirmé par M. G. Cachelou.

2. J'ai trouvé dans la région de Kogabo, mais non en place, du gneiss à amphibole. Il est probable que son gisement est très voisin.

permet de dominer leur cours. Souvent même il est fait des erreurs en ce qui concerne le sens dans lequel ils s'écoulent, puisque leur lit est à sec pendant une grande partie de l'année.

J'ai pu éviter cette cause d'erreurs, ayant parcouru le pays pendant la saison des pluies (1). J'ai ainsi acquis la certitude que la ligne de partage des eaux du Niger et de l'Ouémé ne cadrerait jamais avec les accidents orographiques notables du pays.

Le cas se présente notamment au nord de Dérassi, où les rivières situées de part et d'autre du premier village peuhl, sur la route de Gueysourou, appartiennent à un versant différent, bien que le relief entre elles soit nul. Il en est ainsi au sud de Dérassi, où, sur un plateau granitique marécageux, deux rivières situées à 3 kil. l'une de l'autre ont une direction opposée.

De même, entre Dunkassa et Bessaroupérou, les affluents les plus voisins du Tansinet et de la Bouly naissent le plus souvent dans les espaces marécageux et se rendent dans l'une ou l'autre de ces grandes rivières par des chemins tout différents. A environ 4 kilomètres du Tansinet, sur sa rive droite, se trouve un marécage d'environ deux cents mètres d'étendue. A chaque extrémité naît un cours d'eau, le premier — le plus à l'ouest — se dirige vers le nord, le second vers le sud. Enfin, la ligne de partage des eaux des deux versants se trouve entre Koumassou et Kogabo, alors qu'on n'y rencontre que quelques dénivellations d'une dizaine de mètres de hauteur.

En résumé, en dehors des accidents topographiques signalés et dont l'importance est faible, il faut considérer ces pays comme étant, dans leur ensemble, absolument plats (2). Néanmoins, comme partout ailleurs, il y a des dénivellations de quelques mètres et des ondulations à grand rayon. C'est à la faveur de ces seuls accidents que le ruissellement, intense pendant l'hivernage, donne naissance à des petits cours d'eau sans importance, se frayant

1. C'est ce qui explique que les directions que je donne aux rivières sont souvent différentes de celles indiquées par d'autres auteurs.

2. Je me suis assuré qu'il n'y a pas de dômes et surtout pas de lignes de hauteurs appréciables dans un rayon de 40 kilomètres en dehors de la route parcourue, par l'ascension des dômes de Niarou, de ceux de la route Sinendé-Kogabo, des monts d'Ouénoubérou et de la hauteur de Baobra.

difficilement un chemin dans cette région sans versant défini et prenant ainsi, à peu de distance les uns des autres, des directions souvent opposées.

La région Nikki-Sinendé, d'ailleurs très étendue, offre de notables variations dans la constitution géologique. On y trouve les derniers grands affleurements de gneiss granitoïde à grands éléments, tandis que les roches basiques et les amphibolites commencent déjà à être assez largement représentées. En même temps apparaissent déjà les formations gréseuses (Kidaroupérou) qui ne tardent pas à dominer d'une façon presque exclusive au nord.

La topographie générale de cette région est assez complexe, ce qui est la conséquence normale de sa constitution géologique hétérogène.

§ 16

LA RÉGION DE KANDI ET DE BANIKOARA

La région de Kandi et de Banikoara est la plus septentrionale de celles où les roches cristallines apparaissent en deçà de l'Atacora. Elle s'avance en coin entre les formations gréseuses du Niger et celles de la région de Zougou, dont je parlerai par la suite.

Elle est caractérisée, aux environs de Kandi même, par des hauteurs gneissiques (30 m. au village de Songpari) souvent formées de blocs superposés. Ces hauteurs sont quelquefois constituées uniquement par du conglomérat ferrugineux, comme dans la région de Bessaroupérou, en blocs de plusieurs mètres (accumulés les uns sur les autres), provenant de l'altération de roches identiques à celles qui forment les hauteurs voisines. L'examen du sous-bassement vient d'ailleurs confirmer à cette manière de voir.

La roche typique de Kandi est un gneiss basique (1). Ses plans de schistosité sont orientés de Nm — 8° — E à Nm — 50° — E. Il renferme des sortes d'amygdales quartzieuses contenant de la biotite et de l'amphibole. Il est associé à des gneiss aplitiques et des pegmatites (normales et graphiques).

On retrouve également des gneiss avant Galla, à proximité de

1. Cette roche possède une composition minéralogique très voisine de celle des norites quartzifères ; cependant comme ses éléments sont orientés et disposés suivant des zones parallèles, il y a intérêt à en faire plutôt un gneiss basique.

la rivière Sekouma ; c'est, au nord, le dernier gisement des formations cristallines (1).

Vers le sud, les gneiss cessent presque immédiatement après Kandi ; vers l'est ils se prolongent fort loin du côté de Segbana. Je n'ai pas visité cette région, mais j'y ai fait recueillir un certain nombre de roches. Elles ressemblent beaucoup à celles de Kandi mais sont fréquemment masquées par le conglomérat ferrugineux et surtout par les grès.

Vers l'ouest, j'ai visité le pays jusqu'à l'Alibory et j'ai rencontré des roches de même nature que celles de Kandi. Ce sont, d'une façon presque constante entre Kandi et Tissarou, des gneiss traversés de filons de pegmatite, avec, à trois kilomètres à l'ouest de Songpari, une amphibolite (non en place il est vrai, mais certainement à proximité de son gisement). Puis, au delà de Tissarou, l'argile et le conglomérat ferrugineux dominant surtout. Le seul gisement un peu particulier se trouve à flanc de coteau lorsqu'on accède au plateau sur lequel se trouve Nanorogorou, à environ 4 kil. à l'est de ce village. On y remarque un gneiss (orienté Nm — 40° — E) traversé de filons et de larges amygdales de quartz, celui-ci contenant des enclaves de muscovite et des mouches métalliques.

Sur les bords de l'Alibory se rencontre le gisement le plus intéressant de la région. On y trouve les éléments ci-après, disposés sur la rive gauche suivant des directions sensiblement rectilignes et orientés parallèlement à la rivière (Nm — 16° — E).

1. Gneiss feuilleté, à plans de schistosité verticaux.
2. Gneiss très laminé, à plans de schistosité obliques au-dessous de 1 et horizontaux un peu plus loin, sous les berges de la rivière.
3. Filon d'aplite (Nm — 20° — W).
4. Gneiss feuilleté, lequel se rencontre normalement dans la région comprise entre l'Alibory et Tissarou. Roche facilement décomposable en argile.
5. Filon d'aplite (Nm — 15° — W).

1. Aux environs de Thuy, il y a bien des blocs gneissiques assez volumineux, mais je ne puis faire état de leur présence puisqu'ils ne sont pas en place. Cependant je crois devoir les signaler ici, étant données leurs dimensions, qui s'opposent à un transport à grande distance.

6. Gneiss aplitique (Nm — 15° -- E), riche en pyrite abondante suivant certaines zones.
7. Pyroxénite amphibolique à pyrite, avec une amphibole fibreuse très décomposée.
8. Gneiss, voisin du type 1, mais à amphibole et pyroxène (pyrite dans les amygdales de feldspaths).
9. Gneiss à grain fin.

Le lit de la rivière est tapissé de roches analogues, mais celles-ci ne donnent pas naissance à des rapides parce que leur direction est la même que celle du courant. Celui-ci est normalement déjà impétueux. Il a entamé profondément les berges, qui sont à pic, notamment sur la rive gauche, cependant protégée par un revêtement superficiel de conglomérat ferrugineux.

Toute la région comprise entre Kandi et l'Alibory contient en très grande abondance des petits nodules de calcaire, généralement disséminés au milieu de l'argile provenant de la décomposition de la roche dominante de la contrée. Ces nodules sont surtout abondants au village de Songpari, entre Songpari et Tissarou, entre Sabounbourou et Nanorogorou et sur la rive gauche de l'Alibory. Les dimensions de ces nodules ne dépassent pas 4 centimètres, longueur qu'ils atteignent rarement. J'ai recueilli également sur la même route du sable riche en hématite et des grenats almandins dans le lit de l'Alibory.

Je n'ai pas visité la région de Banikoara qui forme un îlot assez isolé au delà de l'Alibory. M. l'Administrateur Duranthon, à l'inépuisable obligeance duquel j'ai si souvent fait appel, a bien voulu me communiquer les renseignements suivants : « La partie habitée est un vaste plateau, où l'on rencontre un peu partout des blocs granitiques (1) d'une faible hauteur. Le terrain est coupé, raviné ; c'est une région très accidentée, mais il n'y a pas de montagnes. Une ligne de crêtes parallèles aux vallées de l'Alibory et de la Meckrou est bien dessinée ; elle est formée de blocs granitiques (1) ». Toutes les roches qui m'ont été rapportées de ce pays sont des gneiss assez analogues à ceux de Kandi. La région de

1. Ou gneissiques.

Banikoara confine au nord avec celle des plateaux gréseux, que j'aurai l'occasion d'étudier dans le chapitre suivant.

En somme la région de Kandi et de Banikoara est une sorte d'enclave des formations cristallines au milieu des dépôts gréseux. Elle s'y trouve nettement individualisée. La nature des roches qu'on y rencontre lui donne un caractère très spécial.

LA RÉGION DE DJOUGOU

La région de Djougou marque la fin, au nord-ouest, des massifs cristallins de la région centrale. Les types pétrographiques qu'on y observe ont de nombreuses affinités avec ceux de la région située plus au sud, mais on en trouve cependant plusieurs particuliers. Cette région est contiguë à l'Atacora, dont les derniers lambeaux, en territoire français, apparaissent à Aledjo et à Tannéka. Je n'examinerai donc dans ce paragraphe que le pays compris entre ces deux villages, la frontière allemande et l'Ouémé.

J'ai limité la région de Tchetti-Bassila au village de Nioro, parce qu'à partir de ce point jusqu'à Aledjo, les micaschistes sont abondants. Parmi les divers gisements de ces roches, je citerai le lit de la rivière qui passe entre Nioro et Courtago (ou Corina), où elles sont fortement redressées (pendage de 50 à 60°). Plus près de Nioro, on rencontre une pegmatite très laminée avec biotite, muscovite et surtout séricite. Par ses micas, remarquablement abondants, cette roche se rapproche beaucoup d'un micaschiste. Il faut signaler aussi quelques affleurements gneissiques, très riches en mica (par conséquent bien différents de ceux de la région Tchetti-Bassila), qui couvrent, avec le conglomérat ferrugineux, des espaces très étendus; enfin du quartz filonien, très abondant.

PAYS DE SÉMÉRÉ

D'Aledjo à Séméré, les seules roches massives rencontrées sont des gneiss feuilletés, possédant une orientation qui va du nord magnétique à Nm — 15° — W. Ils forment des dalles assez éten-

dues et marquent le fond de toutes les rivières. Ils offrent des faciès différents, surtout par leur coloration qui dépend de leur richesse en biotite. On y trouve des sortes de lentilles volumineuses constituées par de la pegmatite à grandes lamelles de biotite (1).

Ce sont les gneiss qui forment également la hauteur de Séméré. Ils sont très riches en amphibole et appartiennent à deux types assez différents orientés Nm — 5° — W. Toujours très altérés, ils se débitent en plaques étalées sur les flancs de la hauteur, ce qui donne l'impression d'ardoises sur un toit. Ils sont accompagnés d'un autre gneiss, pauvre en éléments colorés, et sont traversés de quartz filonien.

Du sommet de Séméré (30 m.), on aperçoit une série de hauteurs, toutes en territoire allemand, qui, obtenues d'un autre point par recoupement, correspondent à celles indiquées sur la carte de Sprigade (2). Pour les plus voisines d'entre elles il n'y a aucun doute possible : ce sont des dômes gneissiques. Quant aux autres, elles ont un profil beaucoup plus inégal et en même temps plus adouci qui rappelle celui de quartzites. Ce sont certainement de nouveaux lambeaux de l'Atacora.

De Séméré à Bareï, on passe sur des gneiss normaux, à deux micas, aux éléments orientés N.S., traversés de pegmatite, également à deux micas. A trois kilomètres à l'est de Séméré, ainsi qu'à 9 kil. à l'ouest de Bareï, ces gneiss sont associés au gneiss granitoïde à grands éléments qui reparait encore ici, mais sur une très faible étendue.

Enfin les micaschistes, très altérés, se rencontrent également, à environ 7 kilomètres au sud de Bareï.

Les gneiss à deux micas forment de petits dômes isolés répartis le long de la route à une dizaine de kil. environ de Séméré.

PAYS DE DJOUGOU

La région comprise entre Bareï et Djougou a un aspect très particulier. C'est un pays élevé, extrêmement dénudé, à larges ondu-

1. Dans le lit de la rivière, à 8 kil. environ au nord d'Aledjo, y il a, au milieu du sable gneissique, des pisolites ferrugineux.

2. Publiée en 1898.

lations, et dans lequel sont réparties en grand nombre de petites buttes (20 m. au maximum à profil trapézoïdal (Pl. VIII, 2). Le conglomérat ferrugineux affleure constamment : les petites buttes elles-mêmes sont exclusivement formées par cette roche.

J'ai pu heureusement recueillir des renseignements sur la constitution du sous-sol en ce point, en visitant une exploitation de kaolin, dont je dois l'indication à M. de Bournazel, alors Résident à Djougou. Cette exploitation (Fig. 35) se trouve à environ 2 kil. 1/2



Fig. 35. — Gisement sur la route de Djougou à Bareï.

G gneiss ; K kaolin résultant de la décomposition des gneiss ; P pegmatite et micaschiste ; Q quartz ; R rutile ; T tourmaline noire.

du village du roi. Une petite rivière torrentielle y prend naissance. La roche dominante est un gneiss, dont les plans de schistosité, généralement horizontaux, apparaissent ondulés sur une coupe verticale. Des filons de quartz y sont intercalés, affectant la même allure. Cette roche, surmontée de conglomérat ferrugineux, est entièrement kaolinisée ; mais les éléments demeurent parfaitement discernables et aucune erreur de diagnostic n'est possible. Dans un stade plus avancé, on ne distingue plus, au milieu d'une masse homogène, riche en argile et en chlorite, que les filons de quartz brisés ayant gardé l'allure primitive.

Au milieu de ces gneiss se trouvent des poches closes, presque entièrement remplies de kaolin blanc très pur, avec du quartz granitique et des lamelles de muscovite très développées, ce qui permet de conclure à l'existence, au milieu des gneiss, de masses (filons) de pegmatite. D'ailleurs les roches intactes se trouvent

dans ce même gisement. Les pegmatites apparaissent très laminées ; leurs micas (atteignant souvent 7 centimètres de longueur sur 1 d'épaisseur) montrent, par l'écartement en éventail des lamelles d'un même cristal, que les actions mécaniques subies ont été considérables. Quant aux gneiss, ce sont des roches à grain très fin, à biotite. Enfin, en ce même point, on trouve à la fois du gneiss amphibolique, du gneiss très riche en épidote, de la tourmalinite (très développée) et de beaux cristaux de rutile.

Le doute subsiste quant à la nature de la roche originelle des buttes de la région de Djougou, mais étant donné que dans tout ce pays le conglomérat ferrugineux est formé aux dépens de gneiss ou de pegmatites, il n'y a pas de raison pour qu'il n'en ait pas été de même pour les buttes en question (1).

Au nord de l'Ouangara (2), on trouve une roche qui est le type classique des micaschistes (orientée Nm—20°—E. pendage 24°). Le grenat y est toujours abondant.

Ainsi le plateau de Djougou offre une grande variété de types pétrographiques. Mais son aspect particulier est dû surtout au développement considérable du conglomérat ferrugineux.

M. de Bournazel m'ayant signalé la présence d'un accident montagneux à environ 25 kil. à l'est de Djougou, j'ai pu, en m'y rendant, relier la région de Djougou à celle de Parakou-Sinendé. En effet, au point considéré, à Tébou, le gneiss granitoïde à grands feldspaths, du type Parakou-Sinendé, apparaît avec une telle abondance, qu'on a toutes les raisons de penser qu'il se poursuit sans doute d'une façon exclusive (sauf les accidents pétrographiques naturellement) à l'est ; et l'on est parfaitement en droit d'admettre que c'est bien là la continuation de la région Parakou-Sinendé.

Le dôme de Tébou, inaccessible, à une cinquantaine de mètres de hauteur ; il a l'aspect dénudé et régulier des monts de Savé. Au pied de cette hauteur, on trouve en outre un peu de gneiss feuilleté.

1. Je pense que la forme des petites buttes est celle d'accidents gneissiques ou éruptifs possédant autrefois ce profil, ce qui est conforme à quelques exemples observés.

2. Ouangara : caravansérail, village des étrangers.

Entre Tébou et Bérifoungou s'étale un vaste plateau, recouvert de conglomérat ferrugineux, au milieu duquel il existe en abondance du quartz filonien, de la tourmaline, du rutile et de la magnétite. Les seules roches qu'on aperçoive sur ce plateau, sont : 1° à proximité du rebord oriental, un gneiss granitoïde à biotite et à grain fin, désagrégué en boules et sillonné de petits filons de microgranite pauvre en éléments colorés (aplite). Ce gneiss passe au gneiss granitoïde à grands éléments; — 2° à 1.500 mètres à l'ouest de ce gisement, un gneiss basique à pyroxène, décomposé en boules formées d'écaillés concentriques riches en fer; 3° enfin à 1.500 mètres de là, roche analogue à la précédente, mais riche en amphibole et grenat.

Entre Bérifoungou et Djougou on passe successivement sur les affleurements suivants :

1° à 4 500 mètres de Bérifoungou, gneiss à muscovite traversé de pegmatite grenatifère.

2° à 8.500 mètres de Bérifoungou, dans le lit d'une rivière assez importante, gneiss orienté Nm — 5° — W, avec un pendage moyen de 30°. La roche dominante est un gneiss à amphibole et pyroxène, très voisin de ceux rencontrés entre Tébou et Bérifoungou.

A côté se rencontrent des rognons individualisés par l'érosion, les uns très riches en fer, les autres formés par un gneiss normal.

Des formations analogues (gneiss, quartz filonien, pegmatite, conglomérat ferrugineux) se poursuivent au nord de Djougou. Les principaux affleurements seront signalés à propos du massif de l'Atacora.

Ainsi la région de Djougou est une région de transition. Au sud et à l'est elle se rattache aux régions caractérisées par la présence de gneiss granitoïde à grands éléments. Au nord et à l'ouest elle offre déjà des traits communs avec les pays de l'Atacora (présence de minéraux spéciaux et surabondance de conglomérat ferrugineux) dont les derniers lambeaux s'avancent à Aledjo et à Tannéka. Enfin elle conserve une individualité propre par la présence de certaines roches (micaschistes, gneiss feuilletés) au milieu desquelles le gneiss granitoïde à grands éléments n'est plus qu'un accident exceptionnel. On remarquera que les

gneiss pyroxéniques se rencontrent en quantité appréciable entre Djougou et Tébou. C'est, avec la région Caboua-Tchaourou, les deux seuls points où ces types pétrographiques ont été rencontrés au Dahomey. Leurs affleurements sont toujours très limités.

RESUMÉ ET CONCLUSIONS

La région centrale de la colonie du Dahomey offre à un très haut degré tous les caractères d'une pénéplaine. Les formations qui la constituent ont dû autrefois composer des accidents importants en raison des plissements dont ils ont été l'objet; mais l'érosion a nivelé l'ensemble du pays avec une régularité remarquable. Cette action érosive peut être d'autant moins mise en doute, qu'elle se poursuit encore actuellement avec une grande intensité. Elle est traduite dans le détail par l'horizontalité des affleurements, bien que les roches qui s'y rencontrent soient de composition ou d'âge différents, ou encore aient leurs plans de schistosité redressés souvent jusqu'à la verticale. Les témoins de cette érosion sont les dômes qu'on rencontre fréquemment, et qui eux-mêmes ont subi une dénudation intense. Ils représentent des points qui étaient mieux protégés ou plus résistants. On s'explique ainsi très bien qu'ils soient toujours groupés suivant des directions rectilignes; puisque la partie aux dépens de laquelle s'est individualisé chaque massif possédait une orientation originelle qui était précisément celle des plissements, et n'avait qu'une largeur très limitée.

Dans le modelé général, l'érosion se traduit par le manque absolu de relief notable (puisque les dômes ayant moins de 100 mètres de hauteur se détachent parfaitement de l'ensemble à des distances de 50 kilomètres), et par la pente même du sol, toujours régulière et insensible, soit qu'on monte depuis la Lama vers Bouay, soit qu'on descende à partir de cette dernière localité vers le Niger.

L'allure de cette pente rectiligne et non concave, même dans le lit des rivières, montre que l'action érosive prépondérante est le ruissellement, et que les fleuves eux-mêmes, grâce à leur régime torrentiel excessif, travaillent à la manière des eaux sauvages. Dans la partie méridionale seule de la région qui nous intéresse les grandes artères ont manifesté un mode d'érosion qui leur est propre.

A part quelques grès d'un intérêt médiocre, et qui sont très localisés (Dossohoué, Gueysourou), toutes les formations de la région centrale peuvent se ramener à deux types :

a) Les roches cristallines schisteuses (gneiss et micaschistes).

b) Les roches éruptives.

a) Dans le premier type il faut faire deux nouvelles divisions :

1° Les roches nettement métamorphiques, assez localisées. les gneiss feuilletés (Oumkémé, Savalou, Kandi, Djougou), les micaschistes (Djougou, Kandi), les talcschistes (Kidaroupérou, Bessaroupérou), les quartzites (Aclampa, R. Zon), les cipolins (R. Zon); etc.

2° Les roches vraisemblablement d'origine éruptive. Parmi ceux-ci se trouvent le gneiss granitoïde à grands feldspaths, qui occupe la plus grande superficie de la région centrale, souvent associé avec des roches précédentes, et susceptible de composition minéralogique variable. Je lui attribue une place particulière dans la classification (voir Pétrographie). Il faut signaler encore dans ce groupe certains gneiss basiques.

b) Ces formations sont traversées par des roches éruptives, qui affectent deux modes différents :

1. Les roches massives, compactes, susceptibles de former des pointements étendus qui se traduisent souvent par des accidents du relief. Ces roches sont ou des granites (Oumkémé, Abomey, Fita, Tchagui, Lamma, Djaloucou, Tchetti, Acalampa), des greisen (Carnotville, Ouénoubérou) et des gabbros (Aouamé, Fita).

2. Les types filoniens, qui n'affectent nullement la typographie, sont formés par du quartz, de la pegmatite, très abondante, des aplites (Savé, Gouka); enfin, par roches basiques, très rares (diabases à Tchagui et à Dossohoué, microdiorite à Mocpa).

Quelle que soit l'allure que présentent les roches éruptives (massifs ou filons), on a vu que les actions de métamorphisme de contact sont extrêmement limitées.

Presque constamment la roche éruptive et le gneiss ont une ligne commune très nette, de part et d'autre de laquelle on n'observe que des réactions peu importantes, souvent nulles. Il convient de remarquer, il est vrai, que les deux roches en présence ont de grandes affinités minéralogiques, ce qui contribue à rendre leurs modifications très faibles, et en tous cas beaucoup plus difficilement discernables.

Dans la région centrale, toutes les roches franchement éruptives sont postérieures aux roches schisteuses rencontrées. Celles-ci sont caractérisées par leurs plissements, généralement parallèles sous une même latitude, qui passent de Nm — 30° — W (au sud) à Nm — S (au centre), et reviennent à Nm — 30° — W (au nord).

Les pointements éruptifs qui les traversent, dont le contour offre d'ordinaire l'aspect d'une ellipse allongée, affectent une orientation parallèle aux plissements.

En dehors de lignes de hauteurs, continues ou non, dont le relief actuel ne traduit qu'une marche irrégulière de la dénudation du pays, l'allure des plissements se manifeste encore dans le modelé par l'existence d'ondulations larges, parallèles entre elles, et dont les plus importantes sont occupées par le lit des grandes rivières. Les cours d'eau peu importants, au contraire, ont des directions fort variables, et ne se sont marqués, à la surface du sol, que par de simples tranchées en U, sans que la moindre ondulation détermine, de part et d'autre de leur lit, le profil d'une vallée.

XI

LE MASSIF DE L'ATACORA ET LA VALLÉE DU NIGER

§ 1

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Les régions faisant l'objet de ce chapitre sont caractérisées par la rareté des roches éruptives et des gneiss, qui continuent bien à exister en profondeur, mais qui sont masqués sur de très grandes étendues par des dépôts plus récents : notamment des quartzites et des grès.

Les quartzites constituent d'une façon presque exclusive le massif de l'Atacora, tel que je le considère, tandis que les grès au contraire sont répartis de part et d'autre du Niger sur des distances souvent considérables (plus de 100 kilomètres sous le méridien de Kandi). Dans ces conditions, en tenant compte de la distribution géographique de ces formations superficielles, il serait préférable de les décrire dans deux chapitres distincts. Mais il est malaisé de séparer l'Atacora du Niger, puisqu'ils ont tous deux une région commune, le W, et que les formations caractéristiques de l'Atacora se retrouvent, sur une grande étendue, dans la vallée du fleuve. D'autre part, le système de plissements qui intéresse l'Atacora a une telle influence sur l'évolution de la vallée du Niger, que je crois préférable d'essayer de diviser l'ensemble des territoires considérés suivant la nature des roches dominantes, plutôt

que d'après les caractères de leurs accidents géographiques.

Les points extrêmes de l'Atacora, entre la frontière allemande et la rive gauche du Niger sont : Aledjo, Tannéka, Kouandé, Firou, Bossia, pour le versant sud-oriental ; Makéri, Kouargou, Konkobiri, Compong, Kirtachi pour le versant nord-occidental. En ce qui concerne la région des grès de la vallée du Niger, dans la partie comprise entre Sansan-Haoussa et Gaya, je la prolonge, au point de vue géologique, jusqu'à Tananiadji (sur la route de Botou) et jusqu'à Zougou (sur la route de Parakou). Partout ailleurs j'ignore son développement, assez limité cependant sur sa rive droite, très étendu par contre sur sa rive gauche.

LA ZONE DES QUARTZITES

Si l'on excepte un petit lambeau de quartzite qui, dans le lit du Niger, affleure dans la région de Say, on peut dire que la zone des quartzites correspond rigoureusement au massif de l'Atacora.

CARACTÈRES GÉNÉRAUX DE L'ATACORA

Les indigènes réservent d'ordinaire ce nom à la muraille qui se dresse au-dessus de la plaine du Gourma, entre Compong et Taïacou. Puisque nous avons conservé ce nom, il est naturel de l'appliquer à toute la région qui se trouve, entre les deux points précités d'une part, Firou et Tannéka d'autre part. Mais il n'y a pas de raison pour qu'on ne l'applique pas aussi, dans un sens géologique du moins, à la partie qui va de Compong au delà du Niger et pour celle qui se poursuit, au sud d'Aledjo, en pays allemand.

Les cartes allemandes publiées jusqu'à ce jour et qui sont très soignées au point de vue du relief, montrent que la montagne d'Aledjo est l'amorce d'un massif très vaste se poursuivant à l'est et au sud. Ce massif se rattache directement à la région montagneuse du Togo central, laquelle, orientée N.S., s'étend jusqu'au parallèle de Misahohe, puis, après avoir été traversée par la Volta à la hauteur de Kpong, se prolonge dans le Gold-Coast jusqu'au voisinage d'Accra.

Les renseignements géologiques publiés sur la colonie du Togo (1) montrent que cette région montagneuse est formée de roches identiques à celles de l'Atacora.

1. v. Ammon, *loc. cit.*

Il existe donc, dans cette partie de l'Afrique, une zone montagneuse, de constitution géologique homogène, possédant un développement de 700 à 800 kilomètres.

En territoire français, ce massif atteindrait sa plus grande largeur à la hauteur de Kouandé-Makéri, où il y aurait près de 80 kil. (1).

L'aspect typique de l'Atacora est le suivant (fig. 36) (2). Il est composé en son centre par un plateau régulier — plutôt un peu concave et souvent dépourvu d'accidents notables — limité, de part et d'autre, par une série de bourrelets *parallèles* (de même orientation que le massif, et disloqués normalement à leur direction) : ceux-ci occupant tout le reste de la zone montagneuse. Ces bourrelets, dont le nombre, la longueur et l'amplitude varient d'un point à un autre, sont peu élevés au-dessus du plateau, mais ils représentent cependant des accidents, importants pour la colonie, au-dessus du Gourma et du Borgou qu'ils dominent par des murailles verticales.

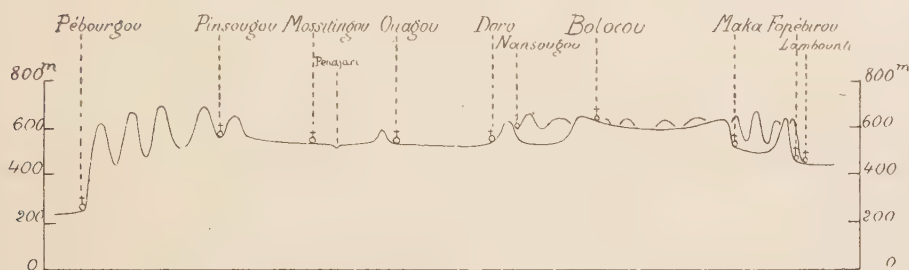


Fig. 36. — Coupe transversale schématique du massif de l'Atacora, entre Fopébirou et Pébourgou (Echelle des longueurs $\frac{1}{500.000}$).

Pour la hauteur des chaînons sud-orientaux, j'ai obtenu 90 mètres pour le sommet immédiatement au-dessus de Kouandé (alt. 430 m.) ; les chaînons en arrière de Lambounti (alt. 410 m. ?) ont

1. La plus grande largeur absolue est en pays allemand, à la latitude d'Aledjo (100 kil.).

2. Dans la figure 36, les hauteurs ont été un peu exagérées. L'échelle des hauteurs ne doit donc servir que comme indication, pour montrer les limites entre lesquelles les altitudes extrêmes du massif sont susceptibles de varier.

une hauteur de commandement notablement plus grande, mais en tous cas inférieure à 150 mètres (1). Quant à l'arête culminante du massif, elle se trouve au-dessus des plaines du Gourma qu'elle domine d'environ 300 mètres. De sorte qu'en tenant compte de toutes les chances d'erreur dans l'approximation, on peut affirmer qu'en aucun point l'altitude absolue de l'Atacora français n'atteint 800 mètres. Mon opinion est qu'on pourra encore abaisser ce chiffre d'une centaine de mètres.

Ainsi définie, la partie de l'Atacora que j'ai traversée au nord du parallèle de Kouandé rappelle beaucoup, *par son aspect*, mais en réduction, la chaîne du Jura, dont elle a déjà l'orientation.

Deux coupes transversales, effectuées dans chacune des deux chaînes, normalement à leur direction, mettraient en évidence cette similitude d'aspect. Mais la comparaison ne peut se poursuivre en ce qui concerne la constitution pétrographique des deux chaînes. Une autre différence importante est que, dans le Jura, les plissements sont la règle, tandis que dans l'Atacora ils sont beaucoup moins fréquents et toujours très localisés.

La zone montagneuse, qui a environ 35 kil. entre Maka et Pébourgou, atteint une largeur au moins double entre Kouandé et Makéri.

Grâce à l'obligeance de M. G. Cachelou, Résident à Kouandé, qui a bien voulu me communiquer ses carnets de route pour les parties comprises entre Ouabou (2) et Datori, Ouabou et Birni, j'ai pu compléter le tracé général de l'Atacora, que j'avais fait entre Konkobiri, Pébourgou, Kouandé et Firou. C'est donc la première fois que ce massif est représenté, dans la partie française, avec l'ampleur et l'allure qui lui conviennent. Comme on le voit, le tracé actuel est différent des précédents, notamment de celui de Gruner, le meilleur de tous ceux qui aient été publiés jusqu'ici.

Une des particularités de l'Atacora est la manière dont les chaînons, sur le massif sud-oriental, se terminent brusquement dans le sens de la longueur (Fig. 37 et 38), de sorte que suivant la quantité des chaînons qui disparaissent, la largeur du massif

1. Hauteurs non mesurées.

2 Ou Ouagou.

peut diminuer considérablement; c'est ainsi que l'Atacora ne subsiste plus guère que par lambeaux au sud de Birni. Cette observation s'applique au massif tout entier.

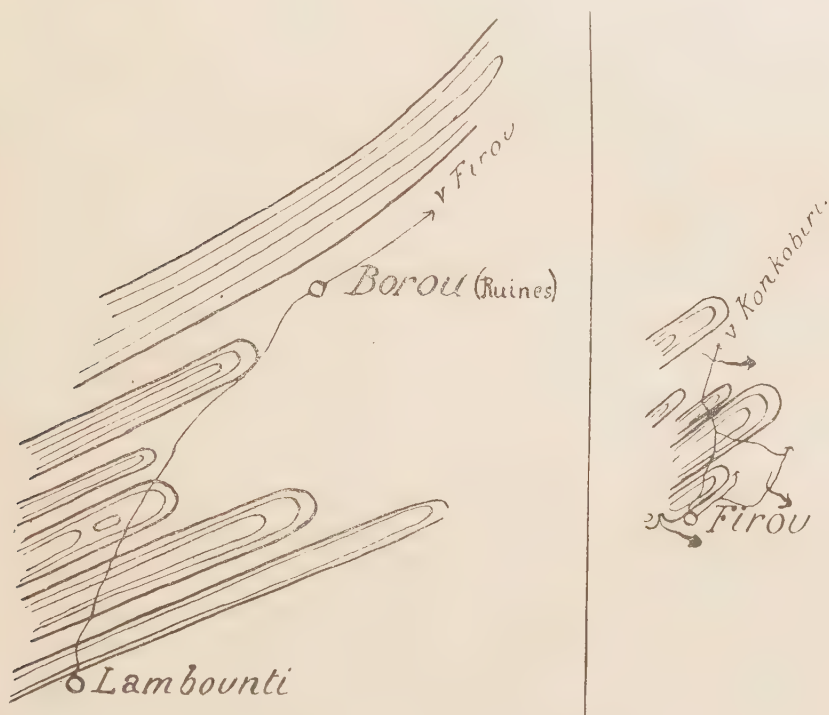


Fig. 37 et 38. — Chainons discontinus de l'Atacora.

Echelle $\frac{1}{100.000}$. — Les courbes de niveau sont simplement figuratives du terrain (équidistance approchée 40 m.).

Au nord du parallèle de Kouandé, l'Atacora se rétrécit également, tout d'abord au détriment du plateau du centre, et, à Compong, il se réduit à 5 kilomètres. Il se continue au delà cependant, mais par des accidents de moins en moins importants : Le Capitaine Baud, qui a seul traversé la région au nord de Compong, y a indiqué en effet une succession de petites collines parallèles (1), ce qui est bien la caractéristique de l'Atacora.

1. Ce renseignement m'a été communiqué par M. Drot.

Enfin, sur le Niger, j'ai retrouvé les bourrelets caractéristiques du massif. On leur attribue une hauteur maximum de 40 mètres au-dessus du fleuve. A Bossia, ils sont notablement moins importants et, des principaux sommets de la région, on voit qu'ils ne tardent pas à se perdre sous les formations gréseuses.

Dans la partie occidentale moyenne, entre Pébourgou et Bantchango, la chaîne est accompagnée de bourrelets parallèles situés à plusieurs kilomètres dans la plaine.

J'ai essayé de débrouiller les grandes lignes du relief de l'Atacora mais il ne faut pas se dissimuler que, sauf pour quelques itinéraires, la topographie tout entière est à faire. D'autre part, pour étudier la géologie, je me suis heurté à des difficultés de toute nature. Dans ces conditions il ne m'a été possible que de connaître la constitution générale du massif, et le détail des itinéraires suivis. Par ce que j'indiquerai, on verra combien ce travail est compliqué et tout ce qu'il reste encore à y faire.

Les roches qui constituent le massif de l'Atacora sont presque exclusivement des quartzites, dus à des dépôts reposant directement sur les gneiss et les micaschistes de la région de Djougou et en concordance avec eux. L'allure généralement horizontale des assises de quartzites n'est pas une preuve de non concordance avec les gneiss puisque nous avons vu que ceux-ci, aux environs de Djougou même, avaient souvent leurs plans de schistosité sensiblement horizontaux. Du reste, fréquemment, les bancs de quartzites présentent des voûtes très nettes, et dans certains points localisés, des redressements pouvant aller jusqu'à la verticale.

Au voisinage de ces points, les micaschistes et les gneiss apparaissent généralement et sont eux-mêmes redressés et toujours très laminés. De plus, et pour renforcer ce caractère, on trouve fréquemment associés sur le terrain des micaschistes et des quartzites (Pl. VI, 2), et ceux-ci, dans tout le massif, sont toujours métamorphisés (quartzites micacés) avec des minéraux de fumeolles typiques communs aux roches sous-jacentes.

En général, les plissements ne s'observent bien que sur les chaînons de bordure, lesquels ont été par surcroît l'objet de nombreuses dislocations normales à leur direction. Mais il faut

remarquer qu'en bien des points, si le sol n'était pas recouvert d'éboulis, on pourrait constater d'autres exemples du redressement des quartzites.

Ce qu'il faut donc retenir c'est que le massif de l'Atacora est une région reposant directement sur les gneiss et les micaschistes et qu'il est affecté des mêmes plissements. Je compte en tirer parti pour la détermination de l'âge relatif des formations qui s'y rencontrent.

VERSANT SUD ORIENTAL DE L'ATACORA

L'accident le plus méridional de l'Atacora *dans la colonie du Dahomey*, est la montagne d'Aledjo, laquelle se poursuit en pays allemand, comme on l'a vu. Elle est formée de bancs sensiblement horizontaux auxquels l'érosion a donné un aspect ruiniforme très pittoresque (Fig. 11 et 12).

Le massif montagneux au pied duquel se trouvent les deux villages de Tannéka-Béri et de Tannéka-Koko (1) n'est autre chose qu'un lambeau isolé de l'Atacora. Il est accompagné de petites hauteurs dont la composition est la même que celle du groupe principal.

Les quartzites sont disposés suivant des assises horizontales, mais légèrement redressées en face du village de Tannéka-Béri. Ils sont dénudés à proximité de cette localité, et, comme les couches superficielles ont été profondément entamées par l'érosion, il ne reste plus, le plus souvent, que des colonnes isolées de blocs superposés, dont le ciment interstitiel a disparu, ou bien encore des chaos de blocs éboulés (fig. 9). Sur le versant occidental au contraire, les pentes sont le plus souvent recouvertes d'éléments meubles à travers lesquels perce parfois la roche en place.

L'aspect de ces accidents, surtout sur le versant oriental qui est abrupt, montre que le revêtement de quartzites s'étalait bien au delà de la surface qu'il occupe et qu'il a été brusquement fracturé, sans doute par suite d'actions tectoniques, puis débité par l'érosion.

Au milieu même de ces quartzites, j'ai rencontré des filons de

1. Béri : grand. Koko : petit.

quartz et de pegmatite. Enfin, mais très rarement, j'ai pu m'assurer de la présence de micaschistes.

Le gneiss granulitique apparaît à proximité de l'Afon (branche maîtresse de l'Ouémé) au pied même du massif ; il est fréquemment associé à du quartz filonien. Les gneiss (feuilletés) se retrouvent encore en abondance entre Tannéka-Béri et Pabégou, et entre ce dernier village et Djougou.

La direction générale des hauteurs de Tannéka est d'environ Nm — 50° — E et les quartzites eux-mêmes, dans les points où la trace de leurs joints est visible (1), ont une orientation assez voisine (Nm — 60° — E).

Entre Tannéka et Dori, le sol est très abondamment recouvert de conglomérat ferrugineux, au milieu duquel se rencontrent fréquemment du quartz filonien (hyalin parfois), du rutile et de la tourmaline noire.

La route entre Dori et Birni longe très vaguement une ligne de hauteurs dont elle gravit un des derniers contreforts un peu avant Tassigorou. Aussitôt après, une nouvelle ligne de hauteurs, très oblique par rapport à la direction suivie, s'avance de nouveau vers l'ouest : on la franchit également avant d'arriver à Birni. Après quoi seulement le massif devient compact.

Ces accidents ont la même constitution minéralogique que les montagnes de Tannéka, mais les roches sont beaucoup plus altérées, débitées en petits fragments et souvent masquées sous le revêtement de conglomérat ferrugineux. Les hauteurs au-dessus de Birni affectent déjà une allure escarpée. Les quartzites y sont peu redressés, mais débités en fragments peu volumineux et très plats.

Entre Birni et Nioro, j'ai suivi en partie une ancienne route

1. J'aurai souvent l'occasion d'indiquer l'orientation des quartzites. On sait que ces roches sont formées de lits parallèles peu développés groupés en assises plus ou moins puissantes. L'orientation que je donne est celle de la trace de ces lits parallèles sur le plan horizontal : elle ne devient évidemment visible qu'après redressement suffisant des coudes. Elle est rendue généralement nette parce qu'elle coïncide avec celle des assises elles-mêmes, et facile à suivre à cause du sillon profond marqué par les joints. Elle est en outre généralement parallèle aux chaînons.

présentant l'avantage de traverser le lit des rivières assez loin de leur source et permettant ainsi de reconnaître, grâce à leur travail d'érosion, la constitution du sous-sol. Cette route passe dans une partie très vallonnée et fort boisée, de sorte qu'on se trouve subitement ramené à proximité des chaînons principaux sans avoir pu les repérer dans toute leur longueur.

Les points les plus intéressants de ce parcours sont : les deux premières rivières après Birni (où l'on rencontre *en place* des gneiss, des pegmatites à muscovite très laminées, et du quartz filonien) et le gisement situé à environ 4 kilomètres avant Nioro. Ici les quartzites sont quelquefois légèrement redressés. Ils sont traversés de plusieurs séries parallèles de micaschiste typique, très laminé. Ces roches, dont les plans de schistosité sont orientés N_m — 7° — W, sont très redressées (pendage 34°). Elles contiennent des quartz glanduleux et présentent des phénomènes de torsion remarquables. On y trouve aussi en grande abondance de la tourmaline noire, aux éléments également tordus, courbés, parfois brisés en plusieurs endroits. Partout ailleurs le quartz filonien domine au milieu du conglomérat ferrugineux, où le rutile n'est pas rare. L'association des quartzites et des micaschistes est à citer en ce point (Pl. VI, 2).

La hauteur au-dessus du Nioro est un chaînon indépendant du massif principal, son sommet est couronné de piliers de blocs superposés d'allure horizontale, et une partie des assises inférieures n'a pas été dérangée de sa position originelle.

Par contre, sur une grande étendue, et jusqu'au voisinage du sommet, les assises ont été redressées sur une certaine épaisseur, atteignant un pendage de 30° (Pl. VI, 1). Le redressement aussi prononcé d'une telle masse écarte tout autre hypothèse que celle des actions tectoniques. Il est utile de le rapprocher du redressement des micaschistes signalés plus haut et rencontrés à une faible distance.

Dans toute la région voisine de Nioro, le sol est constamment recouvert de plaques de quartzites débitées par l'érosion, accumulées en très grand nombre les unes sur les autres sans qu'aucun élément détritique les recouvre. Ces plaques, qui créent de grosses difficultés pour la marche, rendent souvent les recher-

ches impossibles en raison de leur quantité énorme au-dessus de la roche en place. Un tel faciès d'érosion est malheureusement régulier sur la plupart des versants du massif (Pl. VI, 2 ; XVI, 1, 2).

Nioro et Kouandé sont au pied de deux chaînons parallèles — toujours constitués par des quartzites — entre lesquels les micaschistes apparaissent en abondance.

A Maka, on retrouve toujours les quartzites micacés (à grenat et à tourmaline), associés à des micaschistes, des tourmalinites et du quartz filonien.

Entre Maka et Guilmaro, la route passe, assez loin de la partie montagneuse, sur du conglomérat ferrugineux dans lequel se trouve quelques fragments de quartzite et surtout du quartz filonien. Un peu après Guilmaro, la montagne reparait assez escarpée et couverte d'éboulis jusqu'à Lambounti, où un certain nombre de chaînons cessent brusquement. Immédiatement après Lambounti, vers Firou, on traverse trois de ces chaînons dont la largeur totale n'est pas de deux kilomètres (Fig. 37). On y trouve les mêmes roches (quartzites, micaschistes, gneiss, pegmatites ayant subi des actions mécaniques considérables ; elles possèdent une orientation d'environ $Nm - 60^{\circ} - W$ et sont sillonnées de filons de quartz. J'y ai recueilli, exceptionnellement, un grès très altéré traversé de petites zones micacées parallèles, qu'il faut considérer comme un accident. Au delà de Boro, on passe plusieurs fois sur des vastes espaces recouverts de conglomérat ferrugineux très compact, déjà signalés, dont la surface est comme vernissée, et sur laquelle quelques arbrisseaux seulement poussent avec difficulté.

A Firou, la montagne est très abrupte ; fréquemment les blocs de quartzite, très volumineux, surplombent au sommet. Ils sont horizontaux et certains d'entre eux sont parfois débités par l'érosion de manière à permettre l'ascension de la hauteur par de véritables escaliers naturels (Pl. II, 1). Les quartzites se décomposent en certains points au milieu de la hauteur en un grès friable, au milieu duquel on rencontre en grand nombre de petites couches d'hématite micacée.

Au delà de Firou, plusieurs chaînons cessent brusquement, mais la chaîne se continue néanmoins vers le nord. Je crois que de ce côté elle n'a pas encore été suivie.

VERSANT NORD-OCCIDENTAL DE L'ATACORA

Le versant nord occidental du massif est beaucoup plus élevé et beaucoup plus abrupt (Pl. XVI, 1) que le versant sud-oriental (Pl. XVI, 2). Il est souvent absolument vertical et les formations mises en évidence montrent bien que le revêtement qui constitue le massif s'est prolongé au delà du rebord actuel. Ainsi de part et d'autre, la zone des quartzites a occupé une surface bien supérieure à celle que nous lui connaissons aujourd'hui.

L'allure du versant gourmantché de l'Atacora met en évidence une constitution plus hétérogène que celle du versant bariba.

Les argiles s'intercalent fréquemment au milieu des quartzites. Elles se sont transformées soit en jaspes de colorations différentes, soit en phyllades (schistes micacés, ardoisés, etc.).

Toutes ces roches sont encore en contact direct avec les gneiss et les micaschistes, lesquels ont subi des actions mécaniques puissantes, bien que leur surface soit le plus souvent demeurée horizontale. Leurs plans de schistosité ne présentent guère que des courbures peu accentuées mais celles-ci se retrouvent d'une façon presque constante sur les roches stratifiées (Tadingou, Bantchango, lac de Konkobiri, etc.). Tadingou offre en outre cette particularité que presque toutes les roches du massif s'y rencontrent, localisées dans un espace très restreint (1).

A Bantchango, non loin de la Pendjari, j'ai recueilli des blocs de pegmatite laminée, avec des quartz tordus entourés de lits de séricite, ce qui montre la puissance des actions mécaniques en ce point.

PARTIE CENTRALE DE L'ATACORA

La traversée de l'Atacora, que j'ai effectuée plusieurs fois, donne surtout des indications sur la constitution et l'allure du massif. D'une manière générale, les quartzites forment les bourrelets, les chaînons, tandis qu'au fond des vallées apparaissent les gneiss et surtout les micaschistes. J'ai recueilli encore, excep-

1. Je dois signaler en outre dans cette région des schistes amphiboliques, avec lesquels les indigènes ont fait autrefois des bracelets ; mais je n'ai pu en déterminer les gisements précis.

tionnellement, des grès entre le village actuel de Nansougou et la ligne télégraphique. Toutes les autres roches sont celles que j'ai signalées précédemment. Je ne crois pas utile d'indiquer le gisement de chacune d'entre elles.

M. G. Cachelou, Résident à Kouandé, a bien voulu mettre à ma disposition des roches qui avaient été recueillies dans la montagne entre Kouandé et Taïacou. Je n'ai aucune indication de gisement. Parmi celles qui sont différentes de celles que j'ai signalées, se trouvent des gneiss amphiboliques, des gneiss à épidote, des amphibolites (certaines à pyrite), des talcschistes. On voit ainsi combien est variée la constitution pétrographique de l'Atacora.

Les minéraux, très répandus au milieu du massif, comme ils le sont au pied des versants sont : le quartz hyalin (bipyramidé), la magnétite, l'hématite, le rutile (toujours isolés de leur gangue), la tourmaline ferrière (fibreuse ou en grands cristaux) et le jaspé.

A la traversée du massif, les chaînons apparaissent plus nombreux sur le versant sud-oriental, plus importants sur le versant nord-occidental, mais leur nombre varie d'un point à l'autre.

Sur la route de Lambounti à Bantchango, les rides se succèdent sans interruption jusqu'à environ 4 kilomètres au sud de l'ancien village de Nansougou. Leur direction moyenne est Nm—80°—E. Certains de ces chaînons laissent apparaître, à la partie supérieure, des gneiss très laminés qui forment de minces bancs intrusifs au milieu de la masse des quartzites et sont redressés avec un pendage qui n'est jamais inférieur à 10°. Leur sommet a été arraché. Dans le chaînon au nord de Lambounti, de beaucoup le plus élevé, les assises de quartzite sont absolument verticales. Je les ai déjà signalées au sujet des actions érosives des eaux superficielles.

Je n'ai point noté tous les accidents tectoniques, fort nombreux, qui intéressent les chaînons normalement à leur direction. La cluse de Doro, que j'ai signalée antérieurement, avec ses quartzites supérieurs surplombant au-dessus des autres (Pl. III, 1), en est un bon type. C'est à la faveur de cassures analogues, mais beaucoup plus agrandies, qu'il est possible de pénétrer dans l'Atacora en venant du Gourma. Les principaux de ces accidents se rencontrent à Compong, Konkobiri, Tadingou, Kouargou,

Pébougou (1). A Tadingou notamment, on pénètre dans un large couloir qui s'avance profondément à l'intérieur du massif.

L'Atacora est une région bien arrosée, du moins dans toute la partie que j'ai visitée. *Les sources* y sont nombreuses, tant à l'intérieur du massif que sur les bords. Le cours de toutes les rivières de l'intérieur est naturellement très accidenté.

En ce qui concerne leur direction, elles empruntent toujours des vallées longitudinales, dont elles s'échappent à la faveur de cassures transversales, presque toujours d'ordre tectonique (cluse de Doro). Cette analogie avec les rivières du Jura s'exagère encore lorsqu'on envisage les variations de leur pente.

Deux cas sont à considérer. Dans le cœur même du massif, les dénivellations sont faibles : l'accident le plus important que j'aie observé est une succession de petits rapides déterminés par une ligne de micaschistes orientés Nm — 50° — E traversant le lit d'une rivière importante à proximité de l'ancien village de Nansougou, près de la ligne télégraphique (2).

Par contre, sur les bords du massif, toutes les rivières, qui se trouvent à une altitude notable, ne peuvent gagner la plaine que par une série de rapides, de cascades, de chutes. Les rapides de la rivière de Konkobiri et la cascade un peu au nord de cette localité sont connus de tous les voyageurs qui vont au Gourma.

L'artère principale du massif est la Pendjari, qui est déjà importante au voisinage de Mossitingou, où M. l'Administrateur Brot me l'a signalée. Cette rivière, après avoir suivi pendant au moins 70 kilomètres une vallée longitudinale, abandonne le massif près de Bantchango. Mais elle ne peut le faire que par une ou plusieurs chutes importantes (3).

LA RÉGION DU W.

La zone des quartzites, on l'a vu, se prolonge au delà du Niger.

1. Il en existe évidemment d'autres plus au sud.

2. C'est entre cette rivière et le village de Koyounatounga que se trouvent en abondance les petites pyramides coiffées signalées antérieurement.

3. Ainsi que le fait présager sa direction son allure, et la position du point où elle quitte le massif. Cette manière de voir est d'ailleurs confirmée par les indications de la carte de la mission Decœur et Baud.

C'est en suivant ce fleuve qu'il est particulièrement avantageux de l'étudier, puisque les roches meubles ont été déblayées, ce qui permet d'apercevoir les formations les plus anciennes : gneiss, schistes métamorphiques et quartzites.

On trouve ces dernières roches depuis Bikini, au sud, jusqu'à Say, c'est-à-dire sur environ 90 kilomètres, ce qui donne une idée de l'importance originelle du revêtement des quartzites dans cette région, et, par conséquent, dans la partie plus méridionale l'Atacora. Il convient de faire remarquer qu'ils n'affleurent d'une façon continue qu'entre Bikini et Kirtachi, sur 55 kilomètres ; au delà, ce ne sont plus que des lambeaux épars, nivelés à la hauteur des basses eaux, mais qui rappellent, par leur disposition topographique, les lambeaux montagneux de Tannéka et d'Aledjo. Parmi les voyageurs ayant parcouru le pays, M. Drot, le premier, a émis l'hypothèse du prolongement de l'Atacora jusqu'à la région du W. Il s'est basé sur l'examen de la direction générale de la chaîne au delà de Compong. Avant lui, Baud indiquait bien dans cette même région la présence de petites collines parallèles, mais sans en tirer de conclusion.

J'apporte en faveur de l'hypothèse de M. Drot deux nouveaux arguments qui me paraissent décisifs : d'une part, l'identité de topographie, d'aspect, de la région de l'Atacora et de celle du W ; d'autre part, l'identité de constitution géologique. Enfin, j'ajoute que l'Atacora, ainsi défini, se prolonge encore au delà du Niger, mais ne tarde pas à être masqué par les formations postérieures.

L'affleurement principal des quartzites, qu'on rencontre entre Bikini et Kirtachi se compose de deux parties distinctes. Au sud, dans la région du W, ces roches forment de petits chaînons parallèles discontinus, fréquemment brisés normalement à leur direction d'allongement et de tous points identiques à ceux de l'Atacora. Un peu après l'embouchure de la Tapoa, leur aspect change totalement : ils sont associés à des grès, vraisemblablement du même âge.

Le premier point où l'on rencontre les quartzites, en venant du sud, est le seuil de Bikini, où quelques roches affleurent seulement aux hautes eaux. Ce seuil est dans le prolongement d'une petite hauteur qui a très vraisemblablement la même composition.

Plus au nord, juste à la hauteur de Bikini, le fleuve est de nouveau barré, mais cette fois par des roches schisteuses jaunes, très redressées, (direction Nm — 60° — E) qui sont des micaschistes décomposés. Leur présence a une grande importance ici, puisque leur association avec les quartzites est encore un trait qui les rapproche de l'Atacora. Un peu en amont de cette formation, se trouve sur la rive gauche une petite hauteur (20 m. au-dessus du fleuve), constituée par les éléments suivants :

5° Conglomérat ferrugineux au sommet (0 m. 50).

4° Grès argileux blanc (3 m.) contenant des petits galets de quartz laiteux.

3° Sable alluvionnaire (0 m. 10).

2° Grès argileux jaune (3 m.) au sommet duquel sont encastrés les graviers les plus volumineux du dépôt précédent.

1° Quartzites (?) (12 mètres). Roche entièrement décomposée, d'aspect nettement schisteux et ayant perdu toute consistance. Cette roche est presque uniquement formée de quartz, elle est traversée de filons du même minéral (1).

A proximité de Bikini même, les quartzites forment des masses assez puissantes, aux assises horizontales.

Depuis ce point jusqu'à Bossia les mêmes roches longent le fleuve d'une façon à peu près très ininterrompue. Au coude à environ 8 kilomètres en avant de Bikini, le Niger s'engage dans une véritable cluse aux parois verticales. Un peu plus au nord, sur la rive droite notamment, les assises ont subi des plissements énergiques, en même temps que la masse est sillonnée de quartz filonien (2).

A Bossia même, les quartzites, qui forment des accidents peu

1. Les formations supérieures de ce gisement appartiennent aux grès récents du Niger qui seront étudiés à la fin de ce chapitre.

2. Je signale tout de suite tout autour de Bossia, un certain nombre de montagnes tabulaires, assez élevées (100 m.) formées par des grès argileux. Les couches successives qu'ils forment sont très nombreuses mais il n'y a pas intérêt à les décrire puisque leur âge n'est pas déterminable. Ces grès sont très postérieurs aux quartzites : je les assimile aux grès récents du Niger. Comme nous le verrons également pour d'autres gisements, ils sont associés à des grès ferrugineux très compacts.

élevés, sont très compacts. Ils présentent superficiellement deux systèmes de cassures qui transforment la surface en petits rectangles ($Nm - 5^{\circ} - E - ; Em - W$). La première de ces deux directions est celle suivant laquelle s'effectue le plongement des assises, avec un pendage de 16° vers le sud.

Je ne décris pas la cluse de Bossia que j'ai déjà signalée. Entre elle et le point le plus bas de la dernière branche montante du W, le fleuve, de direction rectiligne, coule entre deux chaînons parallèles orientés $Nm - 40^{\circ} - E$, celui de la rive droite, contre lequel il est venu buter, le dominant à pic. Les assises, horizontales à la cluse de Bossia, plongent nettement vers le sud, un peu en amont.

Le fleuve a traversé le premier chaînon plus au nord par une nouvelle cluse, assez large il est vrai, mais également très nette. L'ascension de ce chaînon, assez périlleuse à cause de l'à pic, m'a montré toujours les mêmes quartzites, constamment traversés de quartz filonien avec petites géodes de quartz bipyramidé.

Au petit coude compris entre les deux dernières branches du W les quartzites sont de nouveau très plissés. Leur stratification redevient horizontale entre cet endroit et le lieu dit Gambou.



Fig. 39. — Les chaînons de l'Atacora au lieu dit Gambou.
Plongement des assises vers le sud.

(Coupe suivant AB de la figure 16 ; échelle des longueurs $\frac{1}{50.000}$;
échelle des hauteurs $\frac{1}{2.000}$).

Ce dernier point est remarquable, comme on l'a vu, par la cluse qu'on y rencontre. Les assises, très légèrement onduleuses sur la rive gauche, plongent vers le sud, dans l'île située en face, avec un pendage moyen de 15° (Fig. 39).

Immédiatement au-dessus des bancs de sable du lieu dit Gam-

bou, les assises de quartzite sont affectées de pendages variables et indépendants les uns des autres. Ils présentent cet intérêt de montrer que les roches en ce point ont été originellement formées par des dépôts torrentiels. Il n'y a aucun doute à cet égard, l'érosion ayant attaqué superficiellement la roche et marqué par des stries très nettes la succession de chaque dépôt (fig. 10). On retrouvera identiquement la stratification entrecroisée des sables du Mono, avec des éléments sensiblement plus volumineux à la base de chaque assise. Vient-on à détacher un bloc de la roche et à examiner une cassure fraîche, il est impossible de reconnaître autre chose qu'un quartzite normal. Comme je l'ai indiqué précédemment, il y a bien eu disparition à la surface du quartz néogène.

Il y a dans cette région deux types de quartzites superposés. Le premier, compact, renferme, très rarement il est vrai, des galets quartzeux arrondis enchassés dans la masse, lesquels témoignent également d'une action fluvatile. Le second, superposé au précédent est zoné et a formé, à l'origine, de petits lits de sable. Quelquefois certains de ces lits sont assez riches en magnétite, ce qui augmente encore l'aspect zoné de la roche.

Les actions tectoniques sur ces roches, après leur consolidation, sont manifestes : elles se traduisent par des cassures verticales, intéressant toute la hauteur du chaînon, et accompagnées de déplacements verticaux faibles, mais déjà parfaitement appréciables de loin. L'aspect du lieu dit Gambou (Pl. XVII, 2), est typique à cet égard, et il n'est pas douteux que les cluses aient été formées à la faveur de dislocation identiques.

En plan, les quartzites sont affectés à Gambou par deux systèmes de cassures, dont l'un a précisément la direction du fleuve (Nm — 20° — W), et par suite des cluses : celles-ci sont donc bien d'origine tectonique. D'ailleurs dans toute cette région, les parois des chaînons de quartzites sont toujours verticales et il est impossible d'attribuer ce fait à l'érosion seule.

Les actions tectoniques ne se traduisent pas seulement par le redressement des bancs de quartzites ; mais, et cela me paraît intéressant à signaler, par le redressement inégal de ces bancs. Dans la coupe naturelle signalée plus haut (Fig. 10), il y a à con-

sidérer, en dehors de l'allure des dépôts torrentiels, celle des bancs successifs auxquels ils ont donné naissance. Or ces bancs sont, d'une manière générale, d'autant plus redressés qu'ils sont plus bas, et les plus inférieurs se terminent si brusquement au milieu des formations qui les surmontent en discordance, qu'il est bien naturel de penser que cet état de choses est le fait d'actions tectoniques. S'il en était ainsi, comme je le crois, sans pouvoir cependant l'établir d'une façon définitive, on aurait la preuve que les plissements dont l'Atacora a été l'objet se sont manifestés au début même des dépôts inférieurs qu'on y rencontre, et qu'ils ont été de moins en moins énergiques par la suite. Cela expliquerait pourquoi les assises supérieures, les seules qui apparaissent bien souvent, ont gardé leur allure horizontale, et ont simplement subi de faibles décrochements verticaux en masse.

La première branche montante du W montre toujours les mêmes quartzites avec un peu de grès et des argiles rouges identiques à celles qui, sur le versant nord occidental de l'Atacora, ont été transformées en jaspe. Ces roches ont subi des dislocations sensibles.

Il existe dans le fleuve, au milieu de ce bief, un pointement rocheux qui détermine des petits rapides. Il est dû, je crois, à des quartzites. Mais les difficultés du passage en ce point ne m'ont pas permis de recueillir d'échantillons.

A l'extrémité méridionale de la 1^{re} branche descendante du W, il y a plusieurs îles. Dans l'une d'elles, les quartzites atteignent une hauteur notable (20 à 25 mètres). Leurs assises *sont redressées jusqu'à la verticale*, leur trace sur le plan horizontal étant orientée Nm — 30° — E. Ainsi les actions dynamiques ont été, ici également, extrêmement puissantes.

Ces assises se prolongent directement dans le fleuve, où elles affleurent encore aux hautes eaux dans la branche orientale.

En face, sur la rive droite, aboutit un autre chaînon de quartzite, venant du sud; M. Hourst lui a attribué une hauteur de 90 mètres. C'est en somme le même chaînon qui se poursuit sur la rive gauche.

En continuant à remonter le fleuve, on remarque que la rive droite est basse pendant une dizaine de kilomètres, tandis que



FALAISE A YOURI (bords du Niger).
Grès argileux et ferrugineux surmontant des gneiss kaolinisés.

Cliché H. Hubert.



CLUSE AU LIEU DIT GAMBOU. Rencontre de l'Atacora et du Niger.

Cliché H. Hubert.

les quartzites surplombent toujours sur la rive gauche. Leur profil est celui de vallonnements accidentés. On dirait qu'en ce point les chaînons parallèles ont été tranchés normalement à leur direction. En d'autres termes, on a exactement la reproduction du même phénomène qu'à la cluse de Gambou, mais avec disparition de chaînons sur la rive droite.



Fig. 40. — Allure des bancs de quartzites plongeant vers le Sud (rive gauche du Niger, en aval de l'embouchure de la Tapoa).

Un tel dispositif permet de voir là aussi l'allure des assises de quartzite, qui ont subi des plissements très appréciables, toujours avec prédominance des plongements vers le sud (fig. 40).

DE L'EMBOUCHURE DE LA TAPOA A KIRTACHI

Ce qui donne lieu de penser qu'en profondeur les quartzites se prolongent bien sur la rive droite, c'est qu'on les rencontre constamment dans le fleuve.

Un peu au nord de l'embouchure de la Tapoa, dans un îlot de sable, perce un petit pointement de quartzites dont les assises sont redressées verticalement et ont une direction Nm — 30° — W.

Un peu en amont, les hauteurs s'éloignent tout d'abord de la rive gauche, puis elles reparaissent bientôt des deux côtés à la fois, mais leur constitution est différente. Ce sont des grès argileux blancs à grain grossier, dont la consistance est variable, presque toujours associés à une argile rouge. Ces deux roches se présentent en couches horizontales très régulières, alternant les unes avec les autres. Le grès peut normalement passer à un conglomérat, et l'argile très pressée à un schiste.

Mais une telle constitution, très simple, est la plus rare. Brusquement toutes ces roches peuvent prendre une cohésion notable : les grès, par la transformation de leur ciment argileux en un ciment siliceux, cristallisé et orienté, passent aux quartzites ; — les schistes rouges donnent du jaspé. En même temps, les quart-

zites apparaissent nombreux au milieu des autres éléments et la masse tout entière est sillonnée de filonnets de quartz. On rencontre alors dans les nombreuses cassures de la roche originelle de nombreuses géodes riches en cristaux bipyramidés de ce dernier minéral.

Les grès apparaissent à l'extrémité septentrionale de la première branche descendante du W et ils se prolongent jusqu'à Kirtachi. Ils sont d'abord non métamorphisés, leurs couches étant sensiblement horizontales jusqu'au sommet. Ils surplombent verticalement le cours du fleuve, et l'obligent à décrire de nouveaux méandres jusqu'à la hauteur de Kirtachi.

On remarque en effet que les deux orientations que le fleuve est susceptible de prendre *sont toujours identiques à ce qu'elles étaient en aval*. Or, dans toute la partie du Niger que j'ai suivie, c'est seulement dans le bief Kirtachi-Bikini que le fleuve fait des coudes brusques ; ceux-ci correspondent tous et toujours aux deux mêmes orientations : l'une qui est celle des chaînons de quartzite, l'autre qui est la direction moyenne du fleuve. Il faut donc considérer que si le Niger accuse dans la région des grès au sud de Kirtachi les mêmes accidents que dans celle des quartzites, c'est parce qu'il a rencontré des obstacles analogues. Je crois devoir insister sur ce point, parce qu'en dehors de la zone des quartzites, on rencontre également des grès — toujours non métamorphisés par contre — dans lesquels *le fleuve s'est creusé une vallée encaissée de direction rectiligne*. En ce qui concerne les grès de Kirtachi, l'action érosive du fleuve n'est que secondaire dans l'établissement de sa vallée ; il a avant tout *utilisé* des accidents tectoniques (fractures, cassures, etc.) et les a élargis. Mais il n'a jamais creusé de sillon à l'origine.

Au grand coude qui se trouve au nord de la première branche descendante du W (1), les grès, non métamorphisés, sont traversés par une cluse remarquable (naturellement moins étroite que celles du W).

Plus au nord, sur la rive gauche du moins, les grès sont tou-

1. On a beaucoup de peine à indiquer clairement les points géographiques de cette région, puisqu'il n'y a pas de village.

jours métamorphisés et associés aux quartzites ; quant à la rive droite elle est beaucoup moins accidentée, mais on est qualifié pour lui donner la même constitution : 1° en raison de la présence de quartzites dans le lit du fleuve, qui le traversent et par conséquent existent de l'autre côté, au moins en profondeur ; 2° par la proximité des grès métamorphisés de la rive droite, reconnus à la hauteur de Kirtachi.



Fig. 41. — Pendage des assises de quartzite vers le sud, à Kirtachi.

Ces grès sont, d'une manière générale, associés à des grès roses de même constitution et dont la différence de coloration n'est due qu'à la présence de l'hydrate de fer. D'une manière générale, ils sont d'autant plus métamorphisés qu'on avance davantage vers Kirtachi et la proportion de quartzite et de jaspe rouge y est plus considérable.

L'érosion est extrêmement active sur les grès non métamorphisés. Elle se traduit superficiellement par la présence de nombreuses rigoles creusées par les eaux de précipitation, et dirigées dans le sens de la pente.

A Kirtachi, sur la rive gauche du fleuve, les quartzites reparaisent, ils forment de petites hauteurs, toujours orientées comme celles du W et de l'Atacora ; elles se prolongent dans le fleuve sous la forme de barrages de blocs démantelés (Pl. VII, 1). Les assises de ces hauteurs, là où l'érosion permet de les observer, sont encore une fois arrachées vers le nord et plongent régulièrement vers le sud (fig. 41) (pendage 27°).

Ainsi, dans tous les cas où il est possible de reconnaître avec certitude le pendage des assises normalement à la direction des chaînons de quartzites, on constate qu'il est toujours marqué vers le sud. J'ai l'intention de tirer parti de ces observations dans l'étude de la tectonique.

Les quartzites de Kirtachi sont quelquefois zonés. Grâce au redressement de leurs couches, on peut établir la direction de leurs zones, qui est celle-là même des chaînons (Nm — 45° — E à Nm — 52° — E). Ils renferment quelquefois des enclaves quartzzeuses (quartz, silex, jaspé, calcédoine) mais cela exceptionnellement.

Ces roches sont sillonnées superficiellement par de petites cannelures parallèles susceptibles de prendre les orientations les plus différentes en un même point. Il s'est produit là, je crois, une action superficielle due aux eaux de surface et analogue à celle signalée pour le lieu dit Gambou.

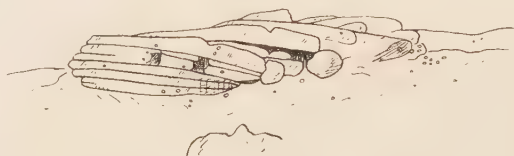


Fig. 42 — Aspect des grès à Kirtachi, d'après une photographie très réduite.

J'ai exploré en détail la rive en face de Kirtachi, où les indigènes exploitent depuis longtemps un jaspé rouge que j'ai signalé autrefois (1) et qui est désigné dans le pays sous le nom de « lentana ». Or la constitution du sol en ce point est précisément celle du grès décrit précédemment, associé aux schistes rouges. Mais le métamorphisme de ces deux roches est porté ici à un très haut point ; les indigènes se bornent à exploiter une couche profonde où le jaspé a acquis accidentellement des qualités qui le font rechercher dans le pays pour la parure.

La roche dominante de Kirtachi est le meilleur type du grès métamorphisé. Il est à peu près impossible de le distinguer au microscope d'un quartzite, car d'une façon presque constante, le ciment siliceux est cristallisé et orienté sur les grains de quartz anciens. Mais à l'œil nu, on reconnaît encore la texture d'une roche détritique et c'est la raison pour laquelle je l'assimile à un grès. La composition minéralogique de cette roche est

1. Je reviendrai par la suite sur le détail de cette exploitation, dont je me borne, pour le moment, à signaler la présence.

2. H. Hubert. *Sur quelques roches provenant des rapides du Niger*, p. 440.

très hétérogène. Elle contient, inclus dans sa masse, des éléments de schiste rouge non encore transformés et des galets de quartz dont certains atteignent 8 centimètres de longueur (Fig. 42). Ces derniers sont tantôt isolés et fort rares, tantôt au contraire ils forment un véritable conglomérat à ciment siliceux. Cette formation est parcourue de nombreux filons de quartz où les cristaux bipyramidés hyalins peuvent atteindre 7 centimètres de longueur.

KIRTACHI A SAY

Au nord de Kirtachi, on ne trouve plus que quelques lambeaux de quartzites. Ces roches sont recouvertes, sur les rives mêmes, par des dépôts horizontaux divers que le fleuve a entamés et qui sont identiques à ceux que je signalerai au dehors de la zone des quartzites. En même temps, dans le fleuve, les roches éruptives et les schistes cristallins alternent avec les quartzites ce qui est encore une raison de rapprocher cette région de l'Atacora. Les principaux gisements (quartzites, schistes cristallins ou roches éruptives) que j'ai rencontrés sont, de l'aval vers l'amont :

1° Dans le fleuve, à environ 6 kilomètres au nord de Sobézi-goungou, gneiss altéré.

2° Sur la rive droite, au-dessus du gisement précité, hauteur formée des éléments suivants :

3. Grès ferrugineux, formés de dépôts inégaux et irréguliers ; il passe au conglomérat.

2. Grès jaune grossier, à ciment argileux englobant des petits graviers de quartz, polis par les eaux. Cette couche n'est pas homogène, mais traversée par les lits assez minces de grès ferrugineux.

1. Gneiss peu abondant et très altéré, mais facilement reconnaissable. Au voisinage, quartz filonien et, sur les pentes, conglomérat ferrugineux.

3° Aux extrémités de la petite île, à environ 2 kil. au nord, boules de granite (association de granite porphyroïde et de granite à grain fin).

4° Au lieu dit Piré-Zabaro, boules d'un granite à grain fin, à biotite.

5° Entre ce point et Aïnékiré, masses de quartzites assez puissantes, dont les assises plongent d'environ 23° vers le sud.

6° A Aïnékiré. 1) granulite assez décomposée : la décomposition superficielle des feldspaths a amené la mise en relief du quartz. 2) Quarzites.

7° Fort-Archinard (ruines), dans l'île de Talibia-Boumba, quartzites en plaques redressées, plongeant toujours vers le sud. Ces roches sont polies et affouillées par les eaux (marmites de géants ayant 0 m. 50 de profondeur) ; elles sont recouvertes d'un enduit épais d'hydrate de fer. Ces quartzites se rencontrent dans le fleuve pendant environ 5 kilomètres.

8° A Say enfin, on trouve également les quartzites dans des conditions analogues, soit au milieu du fleuve en face du poste, soit en plusieurs points dans l'île même dont ils forment la bordure occidentale. Leurs affleurements dépassent rarement un décimètre au-dessus des matériaux d'alluvions qui recouvrent presque toute l'île. Ils peuvent se décomposer, comme les quartzites de Firou, en un grès rougeâtre, mais ce cas est fort rare.

Ainsi la région de Say se rattache bien à la précédente puisque, le long du fleuve, il n'y en a guère qu'une dizaine de kil. (sur plus de 90) pendant lesquels les quartzites sont interrompus. Encore une partie de cet intervalle est-elle comblée par des schistes cristallins avec lesquels les quartzites sont en relation constante, quant à l'autre partie, elle est entièrement dépourvue d'affleurements. Il est probable que, vers le sud-ouest, la surface occupée par les quartzites a été partout du même ordre, mais que, par suite d'actions tectoniques puissantes, une portion du dépôt originel a été démantelée, remaniée, si bien que nous ne voyons plus aujourd'hui que la partie centrale disloquée : l'Atacora, dont l'équivalent sur le Niger est la région du W.

Je me suis efforcé de bien montrer l'identité des formations de l'Atacora proprement dit et de celles qu'on retrouve, dans leur prolongement, sur les bords du Niger, notamment dans la région du W. Ceci étant, on voit qu'en résumé les caractères typiques de la zone des quartzites sont l'unité de constitution et l'unité

d'allure. Il est intéressant de noter la dépendance étroite des roches de cette région avec les schistes cristallins et les roches éruptives, dépendance que viennent souligner encore les actions métamorphiques et tectoniques observées.

Par contraste, l'indépendance de ces formations avec les dépôts sédimentaires voisins est frappante, ainsi que nous le verrons par la suite. Enfin, l'étendue certaine de cette zone en fait, au point de vue géologique, une formation de premier ordre.

Malgré leur faible altitude, les hauteurs de l'Atacora déterminent, pendant la saison des pluies, la condensation de la vapeur d'eau en quantité plus grande qu'au-dessus les plaines environnantes. Elles sont donc mieux arrosées, ce qui favorise le développement d'une végétation relativement plus puissante.

LES FORMATIONS CRISTALLINES DU NORD

Au nord de Say, jusqu'à Sansan-Haoussa, les seules formations rencontrées sont de deux ordres :

1^o Dans le lit et sur les rives du fleuve, des roches éruptives ou métamorphisées, qui sont la continuation de celles de la région centrale. Ces roches, dans certains cas, peuvent être entièrement décomposées sur place sans qu'aucun de leurs caractères structuraux soient changés.

2^o La vallée est dominée de part et d'autre par les plateaux à surface nettement horizontale, découpés jusqu'à leur base par l'érosion, et qui forment une couverture gréseuse médiocrement importante au-dessus de substratum.

Une année après mon passage dans ces régions, M. Chudeau, qui rentrait en France, remontait en chaland le Niger à partir de Niamey, de sorte que ses itinéraires et les miens ont une cinquantaine de kilomètres communs.

Ce voyageur considère que les formations de la vallée du Niger, entre Ansongo et Niamey, sont représentées par des roches anciennes (silurien et peut-être dévonien — cet étage étant marqué par des schistes interstratifiés à Labenzenga) sur lesquelles repose le lutécien (1). Or j'ai décrit avec beaucoup de détails (2) un certain nombre de roches se trouvant précisément entre Niamey et Ansongo et ayant été recueillies par les Capitaines

1. Chudeau, *Excursion géologique au Sahara et au Soudan* in Bulletin Société géologique de Fr., 4^e série, t. VII, 1907, Nm. 6, p. 335.

2. H. Hubert, *Sur quelques roches provenant des rapides du Niger* in Bull. Mus. Hist. Nat., 1903,

Lenfant et L. Fourneau. Ce sont des granites, des pegmatites, des diabases, des quartzites, des phyllades, des micaschistes. Cette simple énumération montre que les roches éruptives occupent une grande place dans cette région. Comme roches anciennes j'ai rencontré en outre, entre Niamey et Sansan-Haoussa seulement : des gabbros, des gneiss, des cornes, des schistes ardoisiers, de très nombreux filons de quartz. Dans cette partie notamment, les roches éruptives et les gneiss prédominent nettement.

D'autre part, pour M. Chudeau, l'éocène (lutécien) est représenté, le long du Niger, à Niamey même et en amont de ce point. Pour cet auteur cet étage serait caractérisé par la falaise de Niamey constituée ou bien par « marnes blanches bariolées de lie de vin » (C. R. A. S.) (1) ou bien par des « argiles blanches maculées de lie de vin » (B. S. G.) (2) Cette seconde détermination seule me paraît correcte, encore faut-il noter que la présence des éléments quartzeux au milieu de ces argiles est fort appréciable.

Sans nier la possibilité de ramener à l'époque lutécienne la date de certains dépôts de la vallée du Niger, j'estime qu'actuellement rien ne permet d'établir qu'il en est ainsi pour la formation de Niamey. Le manque absolu de fossiles, dans un rayon de 400 kilomètres, a obligé M. Chudeau à formuler son opinion sur la falaise de Niamey d'après l'analogie d'aspect avec celle de Tahoua. Et cette analogie d'aspect est uniquement basée sur la présence d'argile blanche maculée de lie de vin, formation qui ne me paraît nullement caractéristique d'un étage en Afrique, où les argiles blanches sont si abondantes, et où les eaux chargées d'hydrate de fer donnent à la plus grande partie des roches des colorations plus ou moins rouges.

Bien mieux, l'exemple choisi à Niamey me semble d'autant moins concluant :

1° que rien à la falaise sur laquelle est bâtie le camp n'est caractéristique d'un niveau marin.

1. Chudeau, *Le lutécien au Sahara et au Soudan* in Comp. Rend. Ac. Sc. CXLIV, 1907, p. 811 et 812, 1907.

2. Chudeau, *Excursion géologique au Sahara et au Soudan* in Bull. S. géol. Fr., p. 333.

2° qu'aucun élément paléontologique dans un rayon de 400 kil. ne vient démontrer la présence de l'éocène.

3° que l'analogie d'aspect n'est pas caractéristique ; il faut remarquer en outre qu'elle porte sur des formations distantes de 400 kilomètres.

4° que la falaise au nord du village, pour laquelle on pourrait mieux invoquer l'analogie d'aspect et qui, de plus, est à proximité et dans le prolongement de celle sur laquelle est bâti le camp, est nettement formée de roches anciennes (éruptives et schistes cristallins) kaolinisées.

5° qu'on a des fortes raisons de se trouver en présence de roches cristallines kaolinisées plus ou moins remaniées, les roches fraîches (*granites*) affleurant au pied même de la falaise de Niamey.

D'autre part, les niveaux marins ne semblent pas apparaître entre Niamey et Sansan-Haoussa. Il ne saurait subsister aucun doute pour les roches ferrugineuses superficielles. Pour les oolites et pisolites ferrugineux, M. Chudeau lui-même leur attribue une origine lacustre. Quant aux couches argileuses (grès argileux, arkoses, argiles), la plupart, d'après la nature de leurs éléments mêmes, ne sont certainement pas d'origine marine. Cependant on trouve exceptionnellement, à la base de quelques-unes d'entre elles, des cailloux roulés dont la taille diminue rapidement à mesure qu'on s'élève et qui sont nettement déposés par les eaux.

A leur sujet, deux interprétations sont possibles : ou bien ils correspondent à ce qu'on a appelé *conglomérat de base*, et sont alors d'origine marine, ou bien ce sont simplement des terrasses de galets, lacustres ou fluviatiles. La présence de ces cailloux roulés, à des niveaux très variables, et se retrouvant dans le lit du Niger et de ses affluents, rend plus vraisemblable la seconde hypothèse. Si cela est exact, les dépôts marins n'existeraient donc pas au sud de Sansan-Haoussa.

M. Chudeau justifie encore l'analogie d'aspect par la présence de formations superficielles ferrugineuses : or celles-ci ne sont nullement caractéristiques d'un faciès, mais sont seulement *caractéristiques d'un climat*, puisqu'on les retrouve en Afrique, sous cette latitude et au sud, couronnant à peu près toutes les roches, quels que soient leur constitution minéralogique et leur âge.

En résumé, pour M. Chudeau, dans la région comprise entre Niamey et Sansan-Haoussa, le sous-bassement est représenté par le silurien. Il est surmonté le plus souvent par des argiles lutéciennes. Pour moi, le sous-bassement est surtout archéen et éruptif; il est surmonté de grès argileux et d'arkoses, formations continentales évidemment assez récentes, mais dont il n'est pas actuellement possible de déterminer l'âge.

Afin de faciliter les recherches relatives à cette région, que j'ai parcourue à petites journées sur les deux rives du fleuve, je décrirai ici mes itinéraires avec plus de détails que précédemment.

SAY À TILLY

La rive gauche du Niger, en face du poste de Say, est constituée par des talus de roches meubles grisâtres surmontées de conglomérat ferrugineux. Un peu plus au sud, le pays, plus plat, est raviné par un petit ruisseau torrentiel dont les berges à pic montrent mieux la nature du terrain. On y trouve la superposition de deux couches :

2. Grès argileux à grain fin très friable et très blanc, entamé verticalement par les eaux de précipitation et débité en petits blocs parallépipédiques (2 m. 50).

1. Grès analogue au précédent mais beaucoup plus riche en argile, dans lequel l'érosion forme des sortes de poches (0 m. 50).

Le sable est en outre fort abondant.

En remontant la rive gauche, vers Tilly, on gravit tout d'abord, en face de Say, le plateau qui domine le fleuve, et qui est formé de grès argileux. A la base de ce plateau, on rencontre des galets roulés de taille uniforme. Puis aussitôt après, sur les pentes, apparaît le conglomérat ferrugineux qui couronne constamment le plateau (fort abrupt) formant une série de promontoires. Le fleuve est parsemé d'îles sableuses et de seuils à peine sensibles — l'un d'eux constitué par un grès grossier, les autres par des sables — plus nombreux à mesure qu'on s'avance vers Tilly.

TILLY À NIAMEY

La falaise, qui forme le rebord du plateau, s'écarte rapidement des bords du fleuve. Elle atteint sa plus grande hauteur un peu au nord de Kollo, où elle est couronnée par deux accidents peu

importants à profil tabulaire (grès probablement). Au delà de ce point, l'éloignement du plateau est tel qu'on ne l'aperçoit plus. Le sol, plat sur la rive gauche, est recouvert presque exclusivement de sable, qui forme des élévations en pente douce, sorte de dunes fixées par la végétation (1).

Au voisinage de Dounga, il existe de très faibles ondulations. Quelques-unes, taillées à pic, laissent voir, au-dessus d'un sable plus ou moins riche en éléments ferrugineux, des couches de limonite pisolitique.

Un peu avant Liboré, on rencontre un grès grossier à ciment siliceux, très altéré ; l'érosion l'a profondément affouillé à la manière de la couche 2 de Say.

NIAMEY A GOUDEL

Le camp de Niamey, au bord du fleuve, est bâti sur une falaise qui forme le rebord du plateau. Cette petite falaise est formée d'une sorte de grès argileux riche en éléments quartzeux, et que consolide, par endroits, à la partie supérieure, le conglomérat ferrugineux. L'analogie d'aspect qu'invoque M. Chudeau, pour faire de cette falaise un dépôt lutécien, rapproche au contraire cette formation de beaucoup de celles que j'ai rencontrées sur les rives du fleuve, au nord de Say, et provenant, pour un grand nombre, de la reconsolidation, à faible distance du gisement originel, des éléments décomposés des roches cristallines acides.

En face de Niamey se trouve une île reliée à la rive gauche, en saison sèche, par deux seuils de sable ménageant entre eux un petit lac. Dans cette île se trouve du granite à grain moyen, à biotite. Il est désagrégé en boules de plusieurs mètres cubes, qu'on distingue très bien même sur une photographie prise du camp.

Le lit du Niger est tapissé de galets analogues à ceux du Mono, souvent enchassées dans la vase argileuse, et qui sont les témoins de l'activité du fleuve. Ces galets se retrouvent sur les pentes, et notamment dans le conglomérat ferrugineux du sommet.

1. Je ne me crois pas autorisé à assimiler ces accidents à de véritables dunes, car bien qu'une certaine épaisseur de sable les recouvre, il est possible que la partie centrale de ces élévations ait une constitution différente.

D'une façon normale, ils sont abondants sur la route de Dounga à Niamey.

A une heure environ dans l'intérieur des terres, on aperçoit des hauteurs tabulaires qui sont, selon toute vraisemblance, très analogues à celles de la rive droite dont je parlerai par la suite.

Dans le village même de Niamey, se trouve le lit d'un petit ruisseau, à sec presque toute l'année. Il est bordé par un seul type de roche généralement altéré, c'est le granite de l'île. On trouve tous les stades d'altération, et sans qu'aucun doute soit possible, en raison de la continuité de l'affleurement, à partir la roche intacte (granite à biotite), jusqu'à une arène riche en kaolin, mais dans laquelle la structure originelle n'a subi aucune modification (1).

Cette arène argileuse se poursuit vers le nord et c'est elle qui, aussitôt après les dernières cases du village, constitue encore la falaise, celle-ci offrant les mêmes caractères qu'au camp de Niamey, et toujours recouverte de conglomérat ferrugineux. Cette arène est remplacée, pendant quelques centaines de mètres, par d'autres formations que je vais indiquer, puis reparait exclusivement.

Entre ces deux pointements d'arènes granitiques, se trouve une importante série de formations toutes redressées, mais avec une inclinaison inégale : celles du nord jusqu'à la verticale, celles du sud avec un pendage d'environ 45° vers le nord (fig. 13). Toutes ces formations sont ou des filons éruptifs, ou des schistes cristallins. En dépit de leur altération, leur constitution originelle n'est pas douteuse, en raison de la structure qu'elles ont conservé ou de leur constitution minéralogique.

On pourrait prendre de loin la surface horizontale de ces formations pour celle de terrains sédimentaires ; il n'en est rien, cet aspect étant dû à ce que les bandes successives, après redres-

1. Un nouvel argument qui permet encore de fixer la nature de la roche d'où provient l'arène, est la présence, sur les bords mêmes du fleuve, à environ 3 kil. de Niamey et à moins de 100 mètres de la falaise, d'un pointement de granite normal à biotite intact et désagrégé en boules.

La proximité de la roche fraîche et de la roche entièrement décomposée n'a rien de surprenant : j'ai déjà signalé le cas pour la région de Djougou et pour celle d'Youri.

sement, ont été rabotées horizontalement. C'est un fait très fréquent, au Dahomey notamment, puisque c'est à peu près la seule façon dont se présentent superficiellement les gneiss.

A la falaise en amont de Niamey, les différentes formations rencontrées sont, du nord au sud, les suivantes (fig. 13).

1. Filons de pegmatite très altérée, mais nettement reconnaissable.
2. Argile schisteuse, compacte et noire, saupoudrée de lamelles micaées rendant sa surface scintillante.
3. Argile bleu pâle et jaune, fissile et sans consistance, avec quelques grains de quartz non roulés. Cette roche contient en abondance une matière brillante, d'aspect soyeux, qui est sans aucun doute, du mica décomposé en parcelles très fines ; elle est traversée de filons de quartz bleuâtre réduits en petits fragments anguleux qui s'enchâssent les uns dans les autres. On est à peu près certainement en présence d'un micaschiste décomposé ; cette hypothèse se renforce encore si l'on considère les formations voisines semblables et parfois plus faciles à déterminer.
4. Argile contenant des éléments de pegmatite.
5. Argile bleue, type 3, avec micaschiste ; au centre, des petits filonnets quartzeux pénètrent dans l'argile bleue, laquelle, à leur voisinage, a pris une consistance beaucoup plus grande.
6. Filon de pegmatite. Cette roche, très décomposée, n'est pas encore entièrement transformée en kaolin : ses éléments sont plus durs que l'argile ; ils ont conservé très nettement les directions de plan de clivage, ce qui ne laisse subsister aucun doute sur leur origine. Cette masse est traversée par des filons de quartz tordus, toujours en fragments.
- 6'. Roche kaolinisée dans laquelle on aperçoit encore nettement des cristaux de quartz et de feldspath, ceux-ci déposés suivant des directions sinueuses, comme dans un gneiss.
7. Argile bleue.
- 7'. Argile bleue et micaschiste.
8. Pegmatite dont les grands feldspaths sont cassés en nombreux fragments.
9. Gneiss kaolinisé.
10. Argile blanche très semblable comme constitution à l'argile bleue, mais avec des éléments disposés suivant des directions sinueuses.
11. Puissant filon de quartz.
12. Granite kaolinisé dont les éléments ont une tendance à l'orientation dans le sens vertical.
13. Association de gneiss et de granite kaolinisés (type 12) ; filons du type 12 dans gneiss.
14. Gneiss dans lequel les éléments feldspathiques sont demeurés presque intacts, tandis que les éléments colorés sont transformés en limonite.

A partir de ce point les formations plongent vers le nord.

15-17. Eboulis argileux avec, en abondance, du quartz filonien anguleux.

16. Granite kaolinisé.

18. Pyramides d'argiles coiffées de conglomérat ferrugineux.

19. Conglomérat ferrugineux.

20. Granite non altéré.

21. A proximité de 2, on trouve, non en place, mais certainement très près de son gisement, un bloc volumineux dans lequel l'argile, fortement comprimée, a acquis tous les caractères extérieurs et la constitution de l'ardoise.

La direction générale de toutes ces formations, donnée soit par leur plan de contact, soit par l'orientation de leurs éléments est Nm — 70° — E, tandis que celle du fleuve en ce point est à peu près Nm — 40° — W, c'est-à-dire sensiblement normale.

La falaise se poursuit ainsi jusqu'à Doguël. Elle est constamment recouverte de conglomérat ferrugineux. J'ai indiqué qu'à proximité du village de Niamey, cette roche se présente parfois superficiellement divisée en grandes cellules irrégulières dont les bords sont marqués en relief très net avec une dépression sensible au centre. Un aspect semblable se rencontre pour certaines roches au Sahara (1). Il est dû à l'action érosive du vent.

Entre Niamey et Goudel le conglomérat ferrugineux atteint 3 mètres d'épaisseur. Sa composition est la suivante :

5. Mince couche de sable aggloméré par du ciment ferrugineux, mais ne formant pas encore du grès.

4. Galets de grès ferrugineux grossier atteignant 2 décimètres de longueur et noyés dans du conglomérat ferrugineux.

3. Galets roulés de quartz, très abondants, identiques à ceux du fleuve. Ils sont associés à quelques fragments de grès ferrugineux grossier. L'ensemble est entouré d'un ciment ferrugineux (0 m. 40).

2. Couche analogue à 4, mais avec galets de plus en plus aplatis à mesure qu'on avance en profondeur (0 m. 30).

1. Conglomérat ferrugineux normal, à texture caverneuse (2 m.).

C'est ce conglomérat ferrugineux qui, désagrégé, favorise la formation de pyramides coiffées; signalées antérieurement.

1. Dentelles de pierre.

Un peu avant Goudel affleurent des schistes bleus et rouges, les uns et les autres en contact. Leur direction est celle des formations de Niamey.

*
GOUDEL A KARMA

Après Goudel, le sable devient argileux et offre un terrain assez résistant. De temps en temps se rencontrent des petits pointements granitiques.

A Gabogouré affleure un quartzite zoné, très compact, désagrégé en boules. Un peu plus loin réapparaît la falaise formée de la même roche, dont les assises, sensiblement horizontales sont brusquement entaillées à pic.

Ce type pétrographique se prolonge obliquement dans le fleuve, on le retrouve sur la rive opposée.

Au delà, et jusqu'à Goroubanda, la route passe sur le sable. Elle demeure en général éloignée de la falaise, sur laquelle la seule formation apparente est le conglomérat ferrugineux. Il y a en outre quelques roches dans le fleuve dont je ne connais pas la nature.

A Goroubanda, la falaise a une constitution assez complexe.

A la base, elle comprend des schistes argileux fissiles, aux strates verticales, prenant d'ordinaire l'aspect et la consistance de bois brûlé, lorsque celui-ci est entièrement transformé en cendre blanche. La direction des strates est sensiblement Nm — 70° — E, celle du fleuve étant Nm — 50° — W ; cette formation paraît provenir de micaschistes. Un peu plus haut, on trouve une roche décomposée qui semble provenir de gneiss (Nm — 80° — W) et qui est associé à du grès argileux rose (type que j'ai décrit autrefois sous le nom de grès de Saboungari) (1, et à du grès grossier. La quantité d'éboulis qui couvrent le talus, et l'altération des roches ne permet pas de préciser leurs relations réciproques. Tout ce qu'on peut affirmer, c'est que les grès horizontaux sont superposés aux schistes argileux fissiles, qui sont redressés.

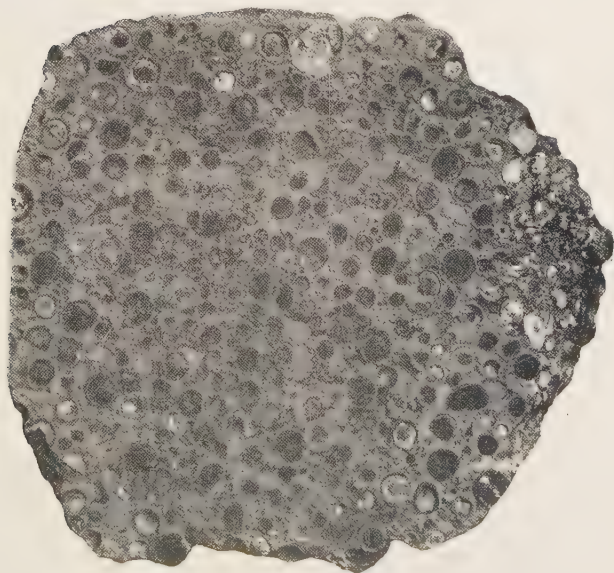
On voit en outre des schistes rouges argileux transformés en jaspe identique à celui de Kirtachi et, entre les couches supérieu-

1. H. Hubert, *Sur quelques roches provenant des rapides du Niger* in Bull. Mus. His. Nat. 1903.



Cliché H. Hubert.

CALCAIRE FOSSILIFÈRE DE LA LAMA.



Cliché H. Hubert.

BAUXITE PISOLITIQUE (Gaya).

res de grès, des concrétions compactes, stalactiformes, de limonite.

C'est un peu en amont de Goroubanda que commence le seuil de Boubon (1) (Pl. XII, 1), qui débute vers l'aval par une flèche de sable très effilée. Il est constitué par des affleurements rocheux presque continus à la surface de l'eau, qui traversent normalement le fleuve dans toute sa largeur, tandis qu'une grande île, accompagnée de quelques satellites, s'allonge parallèlement aux rives. Cet ensemble occupe le lit du fleuve sur une longueur d'un peu plus d'un kilomètre.

Toutes les roches affleurant dans l'eau, à proximité de la rive gauche, sont désagrégées en boules ellipsoïdales qui n'excèdent pas 0 m. 50 de plus grand diamètre, mais sont réunies en amas assez volumineux. Ce sont surtout des gabbros, qu'on retrouve sur la rive même à peu de distance de Goroubanda. En ce point, cette roche se décompose en gardant sa structure originelle. Il se forme alors très vraisemblablement dans ce cas une latérite caractérisée par la présence d'hydrate d'albumine.

Il existe encore ici du grès grossier à ciment ferrugineux, également désagrégé en boules.

Entre Goroubanda et Boubon on rencontre successivement, au pied de la falaise, des diabases et des schistes argileux noirs analogues à ceux de la couche 2 de Niamey.

La falaise, elle-même très élevée (2), est formée d'une arkose massive riche en kaolin, qui provient à peu près certainement d'une roche éruptive acide à grain fin ; elle est dominée par une couche horizontale de grès argileux du type de Gaya.

A Boubon même, il y a des diabases, désagrégées en boules ; elles affleurent au sortir du village, en amont.

Entre Boubon et Bangaoui, la falaise dessine plusieurs promontoires. Dans cette dernière localité, elle est constituée par

1. Le nom officiel est Boubo, les indigènes disent plus généralement Boubon et surtout Goubon.

2. Sur sa carte, M. Hourst donne à cette falaise une hauteur de 100 m. Je crois que ce chiffre, qui d'ailleurs n'avait rien de rigoureux dans l'esprit de ce voyageur, est un peu trop fort.

une argile schisteuse bleuâtre, profondément entamée par l'érosion, qui a déterminé à sa base une grotte profonde.

A tous les points non cités, la route passe sur le sable, et la falaise, quand elle existe, est recouverte d'éboulis de conglomérat ferrugineux.

KARMA A SANSAN-HAOUSSA

Karma est dominé immédiatement au nord par une hauteur à profil trapézoïdal formée à sa partie supérieure par une argile remaniée et recouverte de conglomérat ferrugineux, et, à sa partie moyenne et inférieure, par un gneiss traversé de filons de quartz.

La rivière avant Niamé contient des boules d'un granite très altéré. A proximité, on trouve la roche fraîche, qui est un granite à biotite traversé par un filon de diabase (trois mètres de largeur) dirigé normalement au fleuve. Au contact de ce granite, la diabase prend un aspect particulier, caractérisé par la présence de très grands feldspaths (8 cm. de longueur) noyés dans une pâte microlitique. Le granite n'est nullement modifié.

Cependant 10 m. plus loin, il existe un nouveau filon de diabase à deux temps de cristallisation, tandis que la roche encaissante elle-même passe à un microgranite.

Entre ces deux filons de diabase, orientés Nm — 70° — E, se trouve un filon de quartz qui leur est parallèle. Ce dernier minéral est d'ailleurs abondamment répandu dans toute la région.

Un peu au-delà de Niamé, figure l'association d'un granite normal et d'un microgranite.

Enfin de petites hauteurs, dirigées normalement au fleuve, sont formées par des gneiss ayant la même orientation que lui. Après quoi le sol redevient argileux pendant 1.500 mètres jusqu'au point où se présente un nouvel accident rocheux formé exclusivement de quartz bleuâtre qui rappelle par certains points celui des monts d'Ouénoubérou.

Jusqu'à Zamokoiria il n'y a à signaler aucun affleurement notable. Mais dans cette localité apparaissent des bandes redressées (orientées Nm — 10° — E à Nm — 20° — E) avec les éléments suivants :

3. Cornes.

2. Schistes noirs, très plissés, très friables, tachant les doigts.

1. Schistes fissiles, passant aux phyllades.

Au delà de Zamokoiria, le sol est formé d'une argile alluvionnaire au milieu de laquelle se dresse un petit rocher (10 m.) appelé Gorko (l'homme) et constitué par les éléments suivants : cornes, phyllades (Nm — 10° — E) et accidentellement pegmatite.

La rivière qui passe au nord de Zamokoiria a son lit encombré de gneiss, au milieu duquel j'ai rencontré, non en place il est vrai, mais à proximité de son gisement, une argile noire zonée métamorphisée.

Plus loin apparaissent des petites bosses allongées, disposées suivant des lignes droites et envoyant des prolongements dans le fleuve. Elles sont couronnées de roches schisteuses, identiques aux précédentes et formant une sorte de crête. Leurs couches, généralement tordues, présentent une orientation moyenne Nm — 25° — E.

En peu au nord de Zamokoiria, le fleuve se rapproche de la direction N. S., si bien qu'il est pendant quelque temps parallèle à la ligne de petites hauteurs décrite ci-dessus. Un peu plus au nord, il se trouve divisé en un certain nombre de bras, d'abord par des îles, ensuite par des amas de roches, très nombreux, prolongements des hauteurs de la rive gauche.

Après Kouria, on trouve des roches schisteuses, traversées de filons de quartz, qui sont évidemment des gneiss kaolinisés.

Entre Kouria et Sorbo-Houssa, le bras du fleuve est à sec une partie de l'année ; il a l'aspect d'une plage de rochers à marée basse.

La seule roche qu'on y rencontre est un granite très altéré, désagrégé en boules, traversant le fleuve obliquement. Cet affleurement se poursuit dans le Niger d'une façon presque continue, du moins jusqu'au delà de Sansan-Houssa. On rencontre également quelques pointements granitiques sur la route.

A Sansan-Houssa, point le plus septentrional atteint, le sable commence à devenir très abondant. En se dirigeant sur la rive gauche normalement au fleuve, on ne tarderait pas à pénétrer dans la région désertique.

A l'est, on aperçoit des hauteurs tabulaires, qui sont vraisemblablement des grès.

Le Niger, à Sansan-Houssa, est divisé en quatre bras dont l'un seulement est navigable en saison sèche pour les embarcations d'un faible tirant d'eau. Dans le plus oriental de ces bras, on trouve un granite à grain fin et un schiste feldspathique orienté parallèlement au cours du fleuve. Dans les deux bras moyens, les boules de granite sont très abondantes. L'île qui les sépare est marquée par un affleurement de gneiss granitoïde, formé par des blocs isolés, orientés Nm — 40° — W, affectant de profil l'allure de pierres levées, légèrement obliques, et qui, de face, ont l'aspect de lentilles elliptiques.

Entre le 3^e bras et la rive droite, on rencontre successivement du granite normal et des bancs de gneiss à biotite.

Je reprendrai maintenant la description des formations de la rive droite, entre Fandobo, localité située en face de Sansan-Houssa, et Say.

DE FANDOBO A BALATI

Les roches de Fandobo sont du granite, des schistes (identiques à ceux de Zamokoiria qui passent aux phyllades), et des filons de pegmatite et de quartz.

De Saga à Télé, on trouve surtout du sable recouvrant quelques ondulations extrêmement larges. Le gneiss forme quelques pointements avant Télé, avec, au voisinage, toujours non en place, mais n'ayant subi aucun transport notable, une argile zonée, du type de Zamokoiria.

La Sirba, qui se jette dans le Niger à Télé, est bordée par des rives abruptes. On y rencontre de la diabase.

Entre Couleia et Namaro, se dresse verticalement un bloc (Debbo : la femme), constitué par un quartzite bleuté, riche en pyrite et traversé de filons de quartz laiteux.

En face de Niamé, des schistes très décomposés sont traversés de filons de quartz. Un peu plus loin, à 3 kil. en aval de Hondé, il y a un affleurement de gabbro.

Dans toute cette partie, le sol est généralement couvert de sable, mais les dunes ne se forment qu'assez loin du fleuve.

BALATI A DEMBOU-SAKOFONDO

Au sortir du village de Balati, on voit une petite hauteur isolée (10 m.) constituée à peu près exclusivement par du quartz.

Entre Dembou-Salanda et Dambou-Sakofondo, on retrouve le seuil de Boubon. Sur la rive droite apparaissent les quartzites qui se prolongent dans le fleuve, avec une orientation Nm — 60° — W. Puis se présentent successivement des diabases à grands éléments écrasés et passant aux schistes feldspathiques, des diabases traversées de filons feldspathiques et des gabbros, ceux-ci désagrégés en boules peu volumineuses.

A part les pointements rocheux qui se présentent dans le fleuve même ou sur ses bords, toute la partie comprise entre Balati et Dembou-Sakofondo est recouverte par des dunes. Celles-ci, en partie fixées par la végétation, acquièrent leur plus grande hauteur un peu après Bangoukouré (25 à 30 m.). Du sommet de l'une de celles qui sont voisines du fleuve, on en aperçoit une nouvelle série vers l'ouest, faisant écran soit à des hauteurs à profil arrondi, soit à des plateaux tabulaires qui viennent aboutir sur le fleuve en face de Gabogouré. Ainsi, même si elles n'étaient pas fixées par les pluies et par la végétation, ces dunes ne pourraient se déplacer, puisqu'elles sont situées entre le fleuve et la falaise voisine.

Elles subissent naturellement les effets de l'érosion et ne gardent jamais la fraîcheur de leurs arêtes comme les dunes désertiques. Cependant on est sûr qu'il ne s'agit pas là de formations quelconques recouvertes d'un faible revêtement de sable, car l'une d'elles a été taillée à pic par l'érosion et elle présente bien une constitution homogène.

A Dembou-Sakofondo, les galets de quartz reparaissent au milieu du conglomérat ferrugineux.

DEMBOU-SAKOFONDO A LAMORDÉ

La ligne de hauteurs aperçue à l'ouest des dunes de Dembou-Sakofondo se rapproche rapidement du fleuve, qu'elle surplombe en face de Gabogouré (Fig. 43),

La route passe d'abord entre les deux parties d'une petite hauteur entamée par une étroite cassure, constituée par des amas de blocs de quartzites; ceux-ci se continuent jusque dans le fleuve pour se raccorder à l'affleurement de Gabogouré.



Fig. 43. — Bords du Niger entre Dembou-Sakofondo et Lamordé. — I. Ile à substratum de quartzites. — II. Quartzites. — III. Grès argileux à profil trapézoïdal.

Cet accident est réuni, sur la rive droite, aux hauteurs tabulaires provenant de fort loin dans l'intérieur (Fig. 43). Elles sont couronnées par du conglomérat ferrugineux et ont la constitution suivante :

2. Conglomérat ferrugineux.

1. Grès argileux jaunâtre, sans consistance, avec nodules blanchâtres (kaolin) disposés assez régulièrement dans la masse. Cette roche forme plusieurs couches séparées par des dépôts horizontaux de grès grossier à ciment ferrugineux, très résistant, ayant une épaisseur de 5 à 10 centimètres, et pouvant acquérir un aspect laminé comme dans le conglomérat ferrugineux de Niamey (couche 3).

Il faut distinguer, je crois, deux types différents dans ce grès argileux jaunâtre. Il contient à la partie supérieure, comme élément étranger, un peu de quartz. A la partie inférieure, on y reconnaît très aisément des feldspaths, et dans certains cas, la disposition des éléments d'un gneiss. Dans ces conditions, il y a lieu de considérer l'ensemble comme une arkose, mais très remaniée à la partie supérieure, et l'étant à peine ou pas à la partie inférieure.

L'érosion a profondément entamé cette formation.

La ligne de hauteurs forme un promontoire très net, dont la direction est sensiblement Nm — 70° — W, c'est-à-dire toujours normale au fleuve.

La falaise, profondément ravinée, se poursuit le long du fleuve jusqu'à Lamordé, où elle forme une sorte de rentrant très accusé. Au milieu de ce rentrant, et près du fleuve, se trouve le village ;

entre celui-ci et la falaise sont trois hauteurs tabulaires (Fig 14), prolongées par une série de petites dunes. Elles ont la composition suivante :

9. Conglomérat ferrugineux.
8. Grès ferrugineux vernissé.
7. Conglomérat ferrugineux.
6. Grès ferrugineux vernissé.
5. Grès argileux blanc, type du grès de Gaya (1).
- 4 Grès argileux jaune et blanc, analogue à celui du gisement précédent (partie supérieure) et provenant sans doute de roches identiques plus ou moins remaniées.
3. Eboulis de grès vernissé et d'argile teintée de rose par des infiltrations riches en hydrate de fer.
2. Gneiss et bandes de micaschistes, souvent recouverts d'éboulis. Roches très altérées, mais en place et parfaitement identifiables (orientation des éléments Nm — 88° — W).
1. Argile jaune se rapprochant du grès qu'on trouve à la partie inférieure dans le gisement précédent. Il est probable qu'elle représente une roche cristalline ancienne, entièrement décomposée sur place, car on y rencontre fréquemment des filons de quartz, peu altérés, qui n'ont subi aucune action mécanique. Leur orientation est Nm — 80° — E.

Les deux dernières formations ne sont pas superposées à la façon des roches sédimentaires. Elles apparaissent sur six mètres de hauteur environ et la formation 2 se montre d'ordinaire au-dessus de 1.

Au pied des pentes sont des éboulis de grès ferrugineux, vernissé ou non.

Comme dans le gisement précédent, le grès argileux jaune est profondément entamé par l'érosion.

LAMORDÉ A GOUBEL

A partir de Lamordé, la falaise reparait comme précédemment, elle envoie d'importants promontoires vers le fleuve, toujours très effilés, et dont l'orientation générale est de Nm — 70° — E.

Ces hauteurs sont formées des éléments suivants : argile jaune

1. Voir *infra*.

et blanche à la partie inférieure, grès ferrugineux et limonite pisolitique à la partie supérieure.

Un nouvel argument en faveur de l'hypothèse précédemment émise au sujet de l'origine cristalline du grès argileux ou de l'argile jaune est la présence, entre Lamordé et Sagnia, d'un nouveau pointement de granite.

A environ 2.500 m. avant Doga, coule une petite rivière avec un filet d'eau en saison sèche. Elle a entamé une petite ondulation dont l'aspect extérieur est celui d'une dune, mais qui présente les éléments suivants.

4. Sable éolien.
3. Cailloutis et sable alluvionnaire (1 à 4 m.).
2. Argile schisteuse compacte, offrant la structure d'un gneiss.
1. Argile jaune compacte, semblable à celle des gisements précédents.

C'est donc là un cas très net où le caractère dunaire n'est que superficiel.

Il en est de même à Goubel, où, entre la dune elle-même et le fleuve, un espace dénudé par l'érosion permet de reconnaître, *en plan*, les éléments suivants : qui se poursuivent sous le sable,

1. Micaschiste avec amygdales de quartz intercalées dans certains rubanements de la roche (1 m.).
2. Gneiss plissé (2 m.).
3. Pegmatite avec veinules d'hydrate de fer ; type d'altération identique au type 6 de Niamey (0 m. 20).
4. Micaschiste (0 m. 05 à 0 m. 10) imprégné d'hydrate de fer.
5. Argile bleue, provenant de la décomposition d'une roche filonienne microlitique, sans quartz (0 m. 60).
6. Micaschiste imprégné d'hydrate de fer (0 m. 05).
7. Filon de granite transformé en arène.
8. Micaschiste, ayant subi des effets mécaniques importants.
9. Gneiss riche en muscovite.
10. Granite à muscovite, évidemment postérieur à 8 dont il a déterminé le refoulement des plans de schistosité.

Toutes ces formations sont redressées verticalement, ainsi que leurs plans de contact, leurs alignements et leurs rubanements. Leur surface dénudée est horizontale, ce qui est une nouvelle justification de ce que j'ai dit précédemment au sujet des roches de

Niamey. L'orientation de ces roches est la même que celle du fleuve à cet endroit (Nm — 55° — W.).

Dix mètres plus loin, l'orientation des formations, toujours redressées verticalement, est Nm — 20° — W. En ce point apparaît en outre une pegmatite kaolinisée, très riche en feldspath, avec muscovite traversée de filons parallèles de quartz. A proximité, on voit des bancs recourbés, en forme de voûte, formés de gneiss kaolinisé débité par l'érosion en rognons arrondis, avec, intercalés, des bandes de micaschiste, et, normalement, des filons de quartz tordus.

Au delà, la falaise présente uniquement, sur une certaine étendue, de l'argile blanche entamée par l'érosion, mais ne permettant plus de reconnaître avec précision la nature de la roche originelle.

RÉGION D'YOURI

La région d'Youri est particulièrement intéressante parce qu'elle montre en place les formations les plus répandues de la partie comprise entre Say et Sansan-Ilaoussa, aux différents stades de leur décomposition. *Elle évite ainsi de faire une généralisation soit en faveur des roches cristallines, soit en faveur des roches sédimentaires.*

Les formations qui constituent la falaise (1) sont les suivantes (Pl. XVII, 1) :

8. Grès ferrugineux à grain très fin, mais à ciment très friable. Le ruissellement a fait prendre à la partie superficielle de la masse la forme de petits rognons agglomérés (6 m.).

7. 3 couches successives non rigoureusement parallèles, mais presque horizontales dans leur ensemble :

4. La hauteur de la falaise d'Youri varierait, d'après M. Hourst, de 60 à 100 mètres au-dessus du fleuve. Ces chiffres sont donnés grossièrement par le voyageur, mais même à ce titre d'indication je les crois beaucoup trop élevés. Je n'ai moi-même pas fait de mesure ; mais dans les photographies que j'ai prises de cette falaise, dans la partie où elle a le plus d'ampleur, se trouve un cheval, sensiblement au même plan que la partie moyenne des différentes formations. Si l'on admet que ce cheval a une taille (prise au garrot) de 1 m. 30 environ, on obtient pour la falaise une hauteur de 24 mètres. Si l'on donne au cheval une taille de 1 m. 70, ce qui est excessif pour le pays, on obtient une hauteur de 30 mètres. Si l'on admet que le point où est le cheval est à 5 mètres au-dessus des eaux moyennes du fleuve, on arrive à une hauteur de commandement maximum de 33 mètres, ce qui est certainement voisin de la vérité,

c) Argile jaune et rosée englobant des éléments quartzeux (0 m. 40).

b) Grès ferrugineux grossier (0 m. 10).

a) Grès argileux jaune à grain extrêmement fin (1 m.).

6. Limonite pisolitique au milieu d'argile rouge et de sable. L'abondance des grains de limonite est considérable (3 m. à 3 m. 50).

5. Couche horizontale à la partie supérieure, non horizontale à sa partie inférieure, ce qui montre bien que c'est un dépôt effectué sur une surface irrégulière (épaisseur 2 m. à 3 m. 50).

Cette roche, creusée de cavités profondes, est, quant à sa composition minéralogique, très voisine du grès de Gaya, lequel contient des éléments de roches éruptives, remaniés et déposés à la suite d'actions torrentielles. Quant au grès d'Youri, les éléments figurés qui le constituent sont des grains de quartz roulés; ils augmentent rapidement de dimensions à la partie inférieure de la couche, de manière à former un conglomérat avec des galets atteignant 8 centimètres de longueur. L'ensemble de la partie inférieure de cette couche possède une moyenne de 10 centimètres d'épaisseur.

Or, de deux choses l'une, ou bien le grès d'Youri est formé par des dépôts fluviaux — ou plus vraisemblablement lacustres — et alors il est du même ordre que celui de Gaya, ou bien il est marin et alors c'est le seul qu'il soit possible d'assimiler aux formations éocènes indiquées par M. Chudeau. En dehors de la raison que j'ai fournie précédemment en faveur de l'hypothèse d'une origine lacustre, j'ajouterai que la présence de paillettes de mica, réparties d'une façon à peu près homogène dans la masse, me paraît incompatible avec l'hypothèse d'un transport notable, et par suite d'une action marine.

Ce dépôt n'est pas continu : il finit en coin au gisement considéré pour reprendre peu après, ce qui tient à sa faible épaisseur et à l'irrégularité de surface de la roche sous-jacente.

4. Gneiss presque entièrement kaolinisé.

En dépit de l'altération de la masse, aucune hésitation n'est permise quant à la nature originelle de la roche, en raison des arguments suivants :

1^o Allure de la partie supérieure de la formation, qui n'est pas celle d'un dépôt sédimentaire.

2^o Nature des éléments, presque tous déterminables sans hésitation possible.

3^o Présence de nombreux filons de quartz (1) nettement en place.

4^o Rubanement rectiligne de la roche dont les éléments sont orientés de Em — W à Nm — 80° — E. L'érosion a été facilitée suivant les plans de schistosité, de sorte qu'il est aisé de reconnaître que ceux-ci ont été redressés verticalement, ce qui marque davantage la discordance des dépôts horizontaux supérieurs.

3. Dans le fleuve, sur la rive, c'est-à-dire à proximité même de la falaise, on trouve des boules de granite à grain fin, à biotite, non décomposé, et traversé de filons de pegmatite. Ce granite est remarquablement usé par les eaux (commencement de marmite de géants).

2. Filons de pegmatite, orientés Em — W.

1. Schistes argileux bleuâtres, enclavés dans la masse gneissique et possédant la même orientation.

C'est au pied de la falaise d'Youri, comme je l'ai indiqué précédemment, que se trouve un gisement de natronitre.

La transition entre la formation de Goubel et celle d'Youri est fournie par d'autres affleurements. Ce sont des bosses de hauteur à peu près constante, constituées par une arène gneissique aux éléments orientés Nm — 80° — E.

Les plans de schistosité de ces roches, toujours redressés, sont parfois curieusement plissés.

En un point, sur une étendue de plusieurs centaines de mètres, les alignements font, en plan, deux angles droits successifs avant de redevenir parallèles à eux-mêmes. Il y a là un pli plus intéressant que les autres en raison de son ampleur.

YOURY A SAY

Après Youri, la falaise, interrompue, ne tarde pas à reprendre, à mi-chemin entre Youri et Doguel, pour se poursuivre bien au delà de Say. Mais les pentes se trouvant recouvertes d'ébou-

1. Ceux-ci sont généralement continus ; ils ont subi quelques torsions.

lis et de sable, il n'est pas possible de connaître la nature précise de la roche sous-jacente, riche en argile blanche cependant

La constitution de la falaise, à Say, est la suivante :

3. Conglomérat et grès ferrugineux (1).
2. Grès argileux jaune, formation correspondant au type 4 de Lamordé, mais plus riche en quartz
1. Kaolin blanc, à l'état de pureté remarquable, profondément entamé par l'érosion.

Etant donné son aspect et son allure, tout porte à croire que ce dernier provient, comme à Djougou, de l'altération sur place de pegmatite.

Le bas des pentes est recouvert de sable éolien, et le faux bras du Niger, qui limite l'île de Say à l'ouest, est recouvert d'une argile compacte, craquelée par retrait.

L'île elle-même est caractérisée par son ossature de quartzites sur lesquels se sont fixées les alluvions du fleuve.

Les petits seuils sans intérêt qui émergent aux basses eaux, en amont de Say, ne laissent voir que des grès et du conglomérat ferrugineux.

Cette description, qui nous permet de nous assurer de l'identité des formations sur les deux rives du Niger, montre bien de quelle manière celui-ci s'est creusé un lit à leurs dépens.

Nous avons en même temps les éléments pour connaître l'âge relatif de ces formations. Je les diviserai en trois séries :

1° Les roches anciennes, comprenant les schistes cristallins (gneiss, micaschistes). Toutes ces roches ont été affectées de plissements identiques elles ont souvent leurs plans de schistosité redressés jusqu'à la verticale. Elles ont été traversées postérieurement par des roches éruptives, dont certaines sont en filons orientés comme les roches métamorphiques (granites, pegmatites, diabases, gabbros, etc.).

1. Un autre faciès du revêtement superficiel est le suivant :
3. Limonite concrétionnée en blocs compacts.
2. Grès grossier ferrugineux passant au conglomérat.
4. Limonite pisolitique,

2° Les roches sédimentaires argileuses, qui sont des formations continentales (arkoses, grès, argiles) provenant du remaniement sur place des roches précédentes. Il n'est pas possible actuellement de leur donner un âge absolu. En raison de leur épaisseur en certains points, il est probable qu'elles se sont formées pendant une période fort longue.

3° Roches superficielles, riches en hydrate de fer. A la base de ces formations ferrugineuses, il faut placer un horizon de fer pisolitique pour lequel on peut admettre, avec M. Chudeau, l'hypothèse d'un dépôt lacustre. Cette formation est intéressante par son étendue, puisqu'on la rencontre fort loin au nord, à Kendadji par exemple, où je l'ai autrefois signalée.

Au-dessus de ce dépôt sont des grès grossiers et du conglomérat ferrugineux, alternant parfois, ce qui indique une variation de régime. Enfin les galets roulés occupent des zones différentes, y compris les plus superficielles. Ces dernières seules correspondent vraisemblablement à des stades variés de l'évolution du cours du Niger.

SAY A DIAPAGA

Avant d'aborder la description des plateaux gréseux de la partie méridionale du Niger français, j'indiquerai brièvement les principales formations comprises entre Say et Diapaga, ce qui permettra de relier la vallée du fleuve au Gourma.

La route suit le rebord du plateau nigérien, horizontal et recouvert de sable, jusqu'à Tananiadji. En ce point, la vallée du Goroubi, très large, découpe le plateau comme le fait celle du Niger. La partie inférieure est occupée par un granite à biotite désagrégé en boules, et la présence d'un tel gisement, à environ 3 kilomètres au sud de Tananiadji, acquiert de l'importance par la présence de ceux, analogues, qui se trouvent dans le lit du Niger à moins de 10 kilomètres ; ainsi les formations cristallines continuent bien, là encore, à former le sous-bassement du plateau.

Plus au sud le plateau reprend, et, à cinq kilomètres de Tananiadji, se trouvent deux hauteurs jumelles, distantes de 2 kilomètres ; elles sont constituées par une argile jaunâtre, passant au

grès argileux identique à la couche 1 du gisement signalé sur la rive droite du fleuve, en face de Gabogouré.

Aux environs et partout ailleurs, le plateau est recouvert surtout de conglomérat ferrugineux. On peut considérer que ce plateau cesse, avec les caractères que j'ai indiqués précédemment, à la vallée du Diamangou, à proximité de laquelle on trouve une variété de grès à grain très fin, voisin des quartzites, et un peu de limonite pisolitique.

Au delà, le terrain devient largement ondulé, sans orientation caractéristique spéciale, puis le sable apparaît abondant, percé seulement, à environ 5 kilomètres au nord de Tamou, par des affleurements successifs de diabase écrasée et de granite normal.

Entre Tamou et Botou, le conglomérat ferrugineux domine. Dans cette dernière localité, les hauteurs auxquelles il donne naissance ont un profil trapézoïdal, comme celles de Djougou. Il est seulement *probable* qu'elles ont la même origine, car le granite normal, que j'ai vu à Botou, n'était pas en place, pas plus d'ailleurs que la granulite rencontrée à 10 kilomètres plus au sud.

Ce n'est qu'à mi-chemin entre Botou et la Tapoa qu'on rencontre des formations granitiques en place. Encore sont-elles profondément altérées par la kaolinisation de leurs feldspaths. Certaines d'entre elles ont gardé la structure originelle et le faciès de désagrégation en boules. Les autres sont entièrement réduites en masses argileuses blanchâtres. Dans ce dernier cas, elles sont parfois surmontées par de la limonite pisolitique, dont c'est le dernier gisement rencontré à l'ouest du Niger.

A partir de ce point jusqu'à Diapaga, le sol est entièrement recouvert de puissants dépôts superficiels (sable, argile, conglomérat ferrugineux) parmi lesquels les alluvions de la Tapoa dominent.

LES PLATEAUX GRÉSEUX DU SUD

Sauf dans la région de Kandi, toute la partie de mes itinéraires comprise entre Bikini et Zougou est marquée par le développement considérable des plateaux gréseux.

La roche dominante de ces régions est un grès argileux, le plus généralement blanc, mais quelquefois rose, lorsqu'il contient suffisamment d'hydrate de fer. C'est celui que j'ai décrit autrefois sous le nom de grès de Saboungari, localité où, selon le Commandant Lenfant, il serait le plus développé.

Faute de documents précis relatifs à la géologie de cette région, faute aussi d'échantillons suffisamment nombreux, j'ai émis autrefois des hypothèses qui ne se sont point toutes confirmées lorsque j'ai fait des recherches sur place. C'est pourquoi je reprendrai de nouveau la question.

Le grès de Saboungari — ou de Gaya — est une roche très friable dans laquelle on trouve tous les passages entre les arkoses proprement dites (avec des grains de quartz atteignant un centimètre et des lamelles de muscovite) jusqu'au grès argileux à peu près uniquement composés de quartz et de kaolin. Un essai microchimique par le procédé Boricky permet de déceler en abondance de la chaux, mais combinée avec la silice et l'alumine, et non à l'état de carbonate. C'est une formation continentale produite aux dépens des éléments de granite ou de gneiss.

Il constitue un plateau fort étendu dans lequel le Niger et ses affluents se sont creusé des vallées assez larges.

Celles-ci appartiennent à trois types différents :

1° Les dallols, qui sont des vallées sèches, aux parois abruptes.

2° La vallée du Niger, également dominée par des falaises continues, mais occupée par le fleuve, et bordée de part et d'autre de marais très étendus, dont l'établissement a été facilité par le dépôt de la couche argileuse provenant du démantèlement du plateau.

3° Les vallées des affluents dahoméens, où l'eau est abondante en saison des pluies, et dont les pentes sont généralement adoucies.

En quelques endroits favorisés, rares à vrai dire, où l'érosion a suffisamment entamé le plateau, on retrouve les schistes cristallins et les roches éruptives du sous-bassement, toujours affectés des mêmes accidents tectoniques que précédemment. De sorte que la constitution de la vallée du Niger est très semblable à elle-même de part et d'autre de l'Atacora : il n'y a dans les deux cas que des différences de quantité : au sud les grès sont prédominants et ont une grande épaisseur ; au nord ils sont plus rares et forment des couches très réduites.

Tout le long du fleuve, je n'indiquerai donc que les formations différentes du grès argileux, qu'on trouve à chaque pas, presque toujours recouvert de conglomérat ferrugineux.

PÉKINGA A GAYA ET A GUÈNÈ

A Pékinga, la falaise a une trentaine de mètres de hauteur. Les éléments qu'on y rencontre sont à peu près identiques à ceux de la falaise d'Youri :

7. Conglomérat ferrugineux (1 m.).
6. Grès ferrugineux (1 m.).
5. Limonite pisolitique.
4. Grès argileux blanc avec fragments de quartz filonien ; sans doute remanié (6 m.).
3. Argile présentant des directions de schistosité marquée (1 m.).
2. Arkose granitique avec veinules de kaolin (sans doute pegmatite), (5 m.). Cette formation vient buter contre les suivantes qui font partie d'un même ensemble.

4. J'ai signalé précédemment la présence, dans cette région, d'une grande excavation en entonnoir due à l'affaissement du grès argileux par suite de l'érosion.

1. Gneiss kaolinisé, montrant la disposition de la roche fraîche, avec ses plans de schistosité, verticaux comme toujours, et orientés sensiblement Nm — 45° — E. Bien que cette roche soit profondément altérée par l'érosion (fausses grottes) son origine n'est pas douteuse, puisqu'on la retrouve, *non décomposée*, un peu plus bas, avec tous les passages possibles.

La falaise de Pékinga, avec ces caractères, se prolonge fort loin dans le sud.

Le fleuve, aux berges très basses, surmontées d'un peu de grès argileux jaunâtre, se poursuit sans accident jusqu'à l'île de Tounga, dominée d'une hauteur qui le rejette brusquement vers le sud. Au pied de cette hauteur, se trouve un gneiss très plissé sillonné de nombreux filonnets de quartz qui se recoupent. Au-dessus du gneiss est un puissant dépôt de grès argileux.

Au sud de l'île de Tounga est le rapide de Kompa, dernier accident en aval barrant le Niger français. Il est formé par une association d'amphibolites traversées de filons d'aplite grenatifière et de gneiss à amphibole.

Dans les hauteurs en face Toura affleure encore du gneiss à amphibole ayant subi des actions dynamiques intenses et parcouru par des filons de granite porphyroïde à amphibole. A Carimama, les mêmes roches existent, mais très décomposées. On trouve seulement quelques noyaux relativement frais au milieu de masses indéterminables. Les roches recueillies, qui forment le sous-bassement de la falaise sont : un microgranite (?) (1), du quartz filonien avec d'abondants cristaux d'épidote, bien développés, des quartzites, de la calcédoine ; enfin un conglomérat formé de quartz et de feldspaths cimentés par de l'hydrate de fer.

Les galets de quartz sont extrêmement abondants à la surface du sol à Carimana.

On remarquera que les roches cristallines rencontrées sont toutes dans le fleuve ou sur la rive droite. Sur la rive gauche, du moins jusqu'à Gaya, je n'en ai point vu, mais seulement du grès argileux (blanc ou rose) couronné de formations ferrugineuses

1. Echantillon déterminé rapidement sur place et égaré en cours de route.

Hubert

(grès et conglomérat) avec, à la surface, des galets de quartz roulés, partout très abondants.

À Gaya il existe deux sortes de grès superposés ; ils forment un plateau dominant le lit du fleuve par une falaise verticale d'une cinquantaine de mètres. Le premier de ces grès, formé d'éléments plus grossiers, se présente en bancs superposés qui sont parfois séparés par des lits horizontaux de sable fin (1). Cette roche est affectée, sur les parois verticales, de cannelures parallèles aux plans de séparation de ces bancs. Au-dessus se trouve un grès argileux plus fin, fréquemment coloré en rose, et qui correspond rigoureusement au grès de Saboungari. Le tout est recouvert de conglomérat ferrugineux et de galets quartzeux. En outre, dans le lit du torrent qui passe au pied de la falaise, on trouve de la bauxite pisolitique en blocs volumineux très durs (Pl. XVIII, 2).

Du sommet du plateau de Gaya, on aperçoit un grand nombre de hauteurs tabulaires répandues dans un rayon de 25 kilomètres. Leur profil, ainsi que la nature de la roche dominante de la contrée, permettent bien de penser qu'il s'agit, là encore, de grès, au moins en ce qui concerne les couches les plus élevées.

Cette hypothèse se trouve d'ailleurs vérifiée pour celles de ces hauteurs que j'ai eu l'occasion de trouver sur mon chemin.

À Bodjécali, l'une d'elles permet d'observer toutes les formations de Gaya y compris la bauxite pisolitique avec, en outre, du grès grossier ferrugineux et, sur les pentes, du quartz anguleux en petits fragments.

Entre Bodjécali et Goubéri, on passe sur un plateau moyennement élevé avec, comme roche dominante, un grès rougeâtre à grain un peu grossier, mais très voisin cependant des formations de Gaya.

Les mêmes grès reparaissent, avec des différences insensibles

1. Les dimensions des éléments de ces grès ; l'irrégularité de volume des matériaux formant les lits successifs, ainsi que la disposition de ceux-ci, qui montrent parfois la stratification entrecroisée ; enfin la constitution minéralogique de ces dépôts, où les éléments des roches feldspathiques acides se retrouvent, sont des arguments qui me les font considérer comme continentaux.

de texture, jusqu'à Cantéro, en même temps que les galets de quartz continuent à être abondants.

A l'ouest de Cantéro sont des hauteurs peu élevées, entièrement recouvertes de grès ferrugineux et de limonite pisolitique. Ces grès sont divisés en blocs peu volumineux sans qu'il soit possible de reconnaître la roche sous-jacente. Toujours dans cette région, les hauteurs sont exclusivement tabulaires.

GUÉNÉ A ZOUGOU

Sur la route de Guéné à Goumgoum, à proximité du premier de ces villages, affleurent des bancs de quartzites rubanés, orientés Nm — 60° — W, et, un peu plus loin, des gneiss. Après quoi les grès reparaissent, parfois en plaques rendues compactes à la partie supérieure par la présence d'hématite.

A environ 6 kilom. de Guéné, et à un kilomètre à l'ouest de la route, il y a une hauteur (40 m.) sur les pentes de laquelle on trouve les éléments suivants :

7. Conglomérat ferrugineux.
6. Grès ferrugineux.
5. Grès englobant des fragments quartzeux entièrement recimentés et offrant tous les caractères de véritables quartzites.
4. Quartzites.
3. Grès passant aux quartzites.
2. Conglomérat contenant des galets roulés comme celui de Kirtachi, mais non métamorphisé.
1. Grès en plaques, riche en hématite.

Cette hauteur fait partie d'un groupe de plusieurs autres, peu éloignées, qui ont sans doute la même constitution et dans lesquelles en tout cas, étant donné leur aspect tabulaire, le grès domine.

Les quartzites de cette région se continuent pendant plus de quatre kilomètres.

Jusqu'à Chéfo, la route n'offre pas de gisements remarquables : on observe toujours des grès grossiers ferrugineux, des galets roulés et des fragments de quartzite, ceux-ci non en place, mais qui, en raison de leur abondance, peuvent être considérés comme étant sur l'emplacement de leur gisement.

La hauteur au sud de Chéfo est couronnée de conglomérat ferrugineux. On y rencontre du sable granitique, mais point de roche massive (1).

A 5 kilom. environ après Chéfo, les galets roulés, très abondants, ne sont plus seulement constitués par du quartz, mais encore par des quartzites et du greisen. En ce point également, on trouve de la bauxite pisolitique et du conglomérat ferrugineux.

A 8 kilom. de Chéfo, il y a un affleurement de quartzite, avec, comme minéraux développés dans la roche, de la calcite et du grenat.

Dans toute cette partie, le sable noir, riche en hématite, est abondant. Au nord et à l'est de Thuy, le pays est marqué de petits vallonnements. On est déjà dans une région où les hauteurs tabulaires deviennent de plus en plus rares.

A quelques centaines de mètres à l'est de Thuy, une petite hauteur laisse voir l'association de trois types pétrographiques différents:

1. A la partie supérieure, lits de grès blanc argileux, à grain fin (type Saboungari) devenant de plus en plus compact à la partie supérieure, en même temps qu'il se charge d'oxyde de fer, et passant au sommet à un grès compact très riche en hématite (analogue au grès de Saboué Ahouloumé).

2. Schistes zonés orientés Nm — 20° — E à Nm — 40° — E, formés de lits successifs d'hématite et d'argile. Ces roches se rencontrent au dessous des précédentes et sensiblement sur le même horizon que les suivantes, avec lesquelles elles ne sont point en contact constant.

3. Grès grossiers passant au conglomérat. Cette formation contient des galets de quartz et de quartzite micacé, et des roches schisteuses en morceaux assez volumineux (10 cm.). C'est en somme *identiquement* le grès de Kirtachi, mais non métamorphisé. Ce grès ne se rencontre qu'au bas de la pente.

Après Thuy, les galets roulés sont abondants à la surface du sol, puis, à 5 kilom. au sud, commencent les gneiss de la région de Kandi.

1. Dans toute cette région, les habitants utilisent des meules de granite ou de gneiss, provenant de la région de Banikoara. Il est à peu près certain qu'entre Guéné et Thuy ces roches forment le sous-bassement du plateau gréseux.

Les formations gréseuses ne reparaissent qu'au sud de Kandi, accompagnées toujours de galets roulés, mais cette fois, grâce au travail de déblaiement des rivières, la roche sous-jacente est souvent visible, de telle sorte qu'on est certain que dans cette partie les assises gréseuses, déjà moins puissantes, reposent directement sur le gneiss.

Les grès forment un premier plateau tabulaire entamé par l'érosion au sud de Firi, mais qui reprend presque aussitôt. Il est normalement couronné de conglomérat ferrugineux et se poursuit jusqu'à la vallée de l'Irané. Celle-ci est établie sur des gneiss orientés Nm — 30° — E, formant, au passage de la rivière, des obstacles successifs que j'ai décrits précédemment. La roche dominante est un gneiss feuilleté, traversé de filons de pegmatite de même orientation, celle-ci à grands cristaux d'amphibole (3 cm. de côté). Il existe dans ce point des gneiss à grenat, certains d'entre eux sont très riches en éléments blancs.

Après le petit bras de l'Irané, où il y a encore des gneiss, on remonte sur le plateau gréseux qui cesse seulement et d'une façon définitive, à deux kilom. au sud de Zougou, dans la direction d'Ouesséné. Ce plateau a une constitution très analogue à celle du plateau de Gaya, mais la coloration est rouge, par suite de l'abondance de l'hydrate de fer. Dans les parties inférieures, les grès à gros éléments dominent ; à la partie supérieure au contraire, la roche est constituée par des éléments très fins, parmi lesquels on rencontre fréquemment des paillettes de muscovite. Le conglomérat ferrugineux superficiel est très abondant. Ce plateau est surtout découpé par l'érosion à Zougou où il ne subsiste que des hauteurs occupant chacune une très faible surface.

Il est difficile d'apprécier quelle est, en dehors des routes suivies, l'étendue des formations signalées au cours de ce chapitre, parce que le revêtement d'éléments détritiques (sables dans le nord, argiles dans le Gourma) est souvent très développé. De plus, je me suis interdit de m'enfoncer dans les terres sur la rive gauche du fleuve, tandis que sur la rive droite, certaines régions n'étaient pas accessibles avec les faibles moyens matériels dont je disposais,

On a une idée très exacte de l'importance que peuvent acquérir sur la rive droite les plateaux gréseux, d'après ce que j'ai signalé tant en ce qui concerne la route de Diapaga que celle de Gaya à Zougou.

On peut affirmer d'autre part que ces plateaux ne s'étendent pas extrêmement loin au N.W. de Kandi, puisque la région de Banikoara est formée de roches cristallines (granites et gneiss). Vers l'est au contraire, ils se prolongent le long du Niger bien en aval d'Ilo, et, à la hauteur de Zougou, au delà de la région de Segbana. Les échantillons recueillis par les Capitaines Lenfant et Fourneau m'ont montré que les grès de Gaya se continuent en effet jusqu'aux environs de Sakassi ; d'autre part j'ai fait recueillir les échantillons de la région de Segbana : ce sont identiquement les grès de Zougou, mais on trouve également, sans doute dans les vallées, des granites et des gneiss.

En ce qui concerne la zone des quartzites, on peut affirmer qu'elle est ininterrompue entre Compong et le Niger.

Je ne puis clore ce chapitre sans dire quelques mots des formations de galets que j'ai signalées tout le long du Niger et depuis Bodjécali jusqu'à Firi. On les rencontre d'abord au milieu de dépôts très anciens, comme les quartzites du W, le grès et le conglomérat métamorphisés de Kirtachi ; puis dans une roche analogue, mais non métamorphisée, à Thuy ; — dans les formations plus récentes, comme le grès blanc argileux d'Youri, le conglomérat ferrugineux, enfin et surtout à fleur du sol, comme dans tout le Borgou septentrional.

Doit-on considérer qu'ils existaient originellement dans les roches anciennes seules, d'où ils ont été déplacées à la suite des actions érosives puis remis en circulation. Je ne le pense pas, car alors on devrait les trouver un peu au milieu de toutes les formations et non pas seulement disposés à la base de certaines d'entre elles.

C'est pourquoi je pense qu'il faut admettre qu'il y a eu plusieurs séries de dépôts différents, à des intervalles très éloignés les uns des autres.

Il ne paraît pas possible de faire intervenir l'action marine au

sujet de ces dépôts de galets. Si l'on fait intervenir l'action des eaux courantes, on peut se demander quelles sont les grandes artères qui les ont amenés aux points où nous les voyons. Pour tous les galets qui se trouvent dans le lit ou aux abords immédiats de la vallée du Niger, ce ne peut être, pour l'époque actuelle, que le fleuve lui-même ; en ce qui concerne les époques précédentes, on est réduit à des hypothèses. Peut-être, y eut-il un régime lacustre dans lequel les affluents actuels du Niger (rive droite) venaient se jeter, ce régime ayant subi de grandes variations.

Lorsqu'on trouve à la surface du sol des dépôts analogues au voisinage des affluents du Niger (à l'Alibory par exemple), il est naturel d'en attribuer la formation à ceux-ci, d'autant plus que ces affluents sont anciens. Mais la question est plus délicate lorsqu'il s'agit des accumulations si abondantes qu'on rencontre d'une façon presque continue depuis Bodjécali jusqu'à Firi.

La distance qui sépare ces points du Niger (Firi 100 kilom.) et leur altitude au-dessus du fleuve actuel (Firi 80 m.), n'autorisent guère à penser que c'est à celui-ci que sont dues les terrasses de galets, mais bien plutôt à un ou plusieurs affluents.

Rien d'ailleurs ne vient traduire des divagations du Niger, qui, jusqu'à Gaya du moins, demeure parfaitement enserré dans le couloir qu'il s'est creusé. Au contraire, l'affouillement progressif de ce couloir marque l'abaissement du niveau de base des affluents et explique une activité suffisante pour transporter les galets signalés. Il s'agit de savoir si cette action est imputable au Koki-gorou, ce qui est fort vraisemblable, ou à tout autre artère aujourd'hui disparue, laquelle s'est déversée autrefois dans le Niger. Il ne m'est pas possible de trancher cette question.

Un rapprochement s'impose entre la présence de terrasses de galets dans la vallée du Niger et dans la vallée des grandes artères du Bas-Dahomey. Ces galets se trouvant surtout sur le sol au milieu des alluvions les plus récentes, il est hors de doute qu'au cours de la période actuelle les fleuves africains et leurs affluents, au moins dans la partie considérée, ont eu un régime torrentiel d'une intensité étonnante qui, au cours de leur évolution, n'a dû se présenter que rarement.

Supposons enfin qu'on établisse que les dépôts de galets au nord de Firi sont d'origine marine. Si cela était, il faudrait l'admettre également pour les dépôts du Bas-Dahomey. Et l'on arriverait à cette conclusion, d'ailleurs séduisante au premier abord, que la mer a laissé à l'embouchure de tous les fleuves du Dahomey (les affluents du Niger pouvant être alors des fleuves indépendants) des dépôts puissants de galets roulés. Seulement cette interprétation est incompatible avec les faits suivants :

1° Les galets sont au milieu de formations continentales : grès de Kirtachi, conglomérat ferrugineux.

2° Leurs dépôts sont postérieurs à des formations continentales : Gaya, Locossa.

3° Ils se présentent à des niveaux très différents sans qu'aucun indice recueilli montre la succession de transgressions et de régressions inévitables.

C'est pour cela que j'ai été amené à abandonner l'hypothèse d'après laquelle les galets rencontrés auraient été déposés par la mer. La seule considération rationnelle est, pour le Bas-Dahomey, la présence de terrasses fluviales ; pour le Haut-Dahomey, la présence de terrasses fluviales et lacustres.

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

L'Atacora et la vallée du Niger, qui se croisent à la manière des branches d'un X, limitent au nord la région centrale du Dahomey. L'ensemble de leurs formations montre d'abord la présence constante, à une faible profondeur, des schistes cristallins traversés de roches éruptives. C'est en somme, à ce point de vue, la continuation des massifs de la région centrale. Puis les schistes cristallins sont surmontés d'un puissant revêtement de quartzites, concordants et affectés de plissements du même ordre. Enfin vient une série de grès argileux continentaux (arkoses le plus souvent), reposant en discordance sur les schistes cristallins, et recouverts généralement de formations ferrugineuses diverses.

L'Atacora est un massif important par son amplitude (près de 800 kil. de longueur avec une largeur maximum de 100 kil.), mais d'altitude médiocre (moins de 800 mètres en territoire français). C'est un plateau — constitué presque exclusivement par des quartzites — ayant subi des actions tectoniques puissantes. Celles-ci, en dépit de la masse d'éboulis qui recouvrent les pentes, se manifestent dans le détail par le redressement des assises (primitivement horizontales), avec plongement constant vers le sud, et par des fractures parfois très développées (cluses). Ce sont elles surtout qui ont contribué à donner au massif son modèle particulier, avec ses chaînons latéraux discontinus, qui se terminent au-dessus des plaines voisines par des murailles verticales. La présence et l'altitude même de ces murailles, surtout sur le versant gourmantché, ne saurait d'ailleurs être expliquée par l'action érosive seule des agents superficiels.

La rencontre de l'Atacora avec la vallée du Niger détermine un des accidents les plus intéressants du cours de ce fleuve. Elle donne la solution d'un problème d'hydrographie qui n'avait pas encore été élucidé. En même temps, on peut recueillir dans cette région du W de précieux renseignements sur la nature originelle des quartzites.

La vallée du Niger, dans la partie parcourue, comprend trois parties différentes : la région septentrionale, la région méridionale et le W qui les sépare. Dans les deux premières, le fleuve a pu se creuser une vallée *rectiligne* dans les grès argileux du plateau qui ne lui offraient qu'une très faible résistance, et il a atteint ainsi le sous-bassement cristallin. La région septentrionale est remarquable par le développement plus grand des schistes cristallins et des roches éruptives (souvent basiques) ; la région méridionale par le développement des grès tabulaires, qui s'étendent sur la rive droite, pendant plus de 100 kilomètres. Je ne me dissimule pas que par la suite, lorsqu'on sera en mesure de donner l'âge de toutes ces formations gréseuses, on reconnaîtra qu'elles correspondent à une série de dépôts différents. Mais pour le moment, puisqu'aucun indice sérieux n'a été recueilli au sujet de l'âge absolu, j'estime qu'il serait dangereux de vouloir solutionner cette question. La différence entre les régions septentrionale et méridionale apparaît nette parce que l'Atacora les sépare, mais en réalité elle est assez factice.

En ce qui concerne l'altération des roches dans toute cette partie, le développement des grès au-dessus des formations cristallines a déterminé la décomposition de celles-ci dans la masse, en retenant les eaux superficielles au-dessous d'elles : agissant ainsi à la façon d'une éponge.

D'autre part, le long de la vallée du Niger, entre Gaya et San-san-Haoussa, on voit les formations superficielles se modifier peu à peu ; le conglomérat ferrugineux devient rare au nord de Niamey, tandis que le sable est de plus en plus abondant.

Les différences d'aspect provoquées par la variation de constitution géologique et par le climat sont accentuées par l'allure de la végétation ligueuse. L'Atacora est relativement très boisé ; dans toute son étendue, la région méridionale de la vallée du Niger

l'est sensiblement moins ; quant à la région septentrionale, elle ne l'est qu'accidentellement : Les espaces absolument dénudés y sont très vastes.

Enfin un fait important à noter, c'est l'influence de la constitution du sol sur la direction du cours du Niger, puisque c'est grâce à la présence des grès argileux qu'il a pu adopter à l'origine une direction normale à celle de tous ses affluents, ce qui lui eût été impossible si son cours s'était directement établi sur les roches cristallines plissées.

En terminant je tiens à faire remarquer que, de la disposition des éléments dans les formations non éruptives de la vallée de Niger, se dégage deux faits très nets :

1° *Un grand nombre d'entre elles — toutes peut-être — sont continentales* : Les dépôts torrentiels de Gambou (quartzites), de Gaya (grès argileux) ; les galets roulés de Kirtachi (grès métamorphisés), d'Youri (grès argileux), ceux qu'on trouve à la surface du sol et dans le conglomérat ferrugineux ; la couche de pisolites ferrugineux qui reparait en très nombreux points, sont bien les indices de formations continentales.

2° *Elles accusent toutes un régime hydrologique ayant subi des variations considérables*. Si l'activité des eaux courantes est caractérisée par les dépôts torrentiels et les lits de galets, la discontinuité des périodes d'activité est caractérisée par les dépôts d'éléments meubles alternant avec les précédents et par l'interposition de la couche de pisolites ferrugineux, qui marquerait un régime lacustre intéressant une région vaste.

Les variations du régime hydrologique sont encore mises en évidence par l'activité remarquable du Niger depuis le début de son individualisation récente (creusement de son lit dans les grès argileux).

XII

LE GOURMA

§ 1

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Le Gourma est une région naturelle, bien individualisée, bornée au sud par l'Atacora, à l'ouest par la région fertile du Mossi, à l'est par les plateaux de la vallée du Niger. Au nord seulement ses limites sont indécises.

Au point de vue géologique, le Gourma est caractérisé par un plateau gréseux qui repose directement sur un sous-bassement cristallin. Une telle constitution rappelle assez bien celle des pays de la vallée du Niger, mais avec cette différence que les roches cristallines y occupent la plus grande surface, que les alluvions fluviales y sont extrêmement développées et qu'enfin l'âge des grès, leur nature et leur mode d'érosion sont entièrement différents.

Par sa topographie, le Gourma est, dans sa plus grande partie, le plus souvent dépourvu de niveau de drainage. Aussi, tandis que pendant plus de la moitié de l'année le climat est trop sec, au contraire, pendant la saison des pluies, d'immenses surfaces sont transformées en marécages.

LE PLATEAU GRÉSEUX

Le plateau gréseux couvre une vaste superficie. Il commence au nord de Sansarga et se poursuit sur son rebord septentrional jusqu'à la rivière Tiounga. Sa longueur est d'environ 130 kilomètres.

Son rebord méridional, parallèle au précédent, n'a été suivi entièrement que par Vermersch qui en a donné un tracé très schématique (1). L'ensemble affecterait ainsi une sorte de vaste rectangle dont la largeur maximum semble être entre Logobou et Iérina (18 k.). Sa direction générale est assez voisine de celle de l'Atacora.

Ce plateau est accompagné d'un autre de même nature, mais moins développé, un peu au nord de Saborga. Des sommets de Tindangou, j'ai aperçu en outre dans la direction de Kantsiani, une falaise extrêmement éloignée offrant également l'aspect d'un plateau gréseux et qui, en raison de sa visibilité, ne doit pas correspondre à l'Atacora. L'existence de ce plateau demeure donc à établir. Si elle est démontrée, il est probable que sa constitution sera très voisine de celle de la région qui nous occupe.

La roche qui constitue le plateau gréseux est un grès à ciment siliceux, ce qui le différencie de ceux du Niger, et le rapproche des quartzites de l'Atacora. Ce grès est généralement recouvert d'un enduit foncé et son aspect me le fait rapprocher de ce que j'ai vu en Guinée, sans pour cela prétendre qu'il faille pousser plus loin la comparaison.

1. Je n'ai pas reproduit le tracé de ce versant dans ma carte, parce qu'il ne correspond pas aux renseignements que j'ai recueillis dans le pays.

Il y a une différence d'âge très sensible entre les grès du Gourma et ceux du Niger. Si les uns et les autres reposent en discordance sur les schistes cristallins, du moins les seconds conservent-ils une allure constamment horizontale sur toute l'étendue où je les ai parcourus. Les premiers au contraire dont l'horizontalité des couches est la règle, ont subi des phénomènes de torsion au passage de l'Indéré, à Compongou, et sont redressés presque jusqu'à la verticale au voisinage de Saborga. Bien que ces actions mécaniques se soient produites sur des espaces très restreints, ils montrent cependant que les dépôts du plateau gourmantché ont pu être affectés de mouvements intéressant le sous-bassement cristallin. Il est donc naturel de penser qu'ils sont bien antérieurs à ceux du Niger. Cela ne nous permet cependant pas de fixer leur âge absolu, puisque là encore les fossiles font totalement défaut.

On remarquera ainsi que les grès du plateau gourmantché ne sont pas extrêmement différents des quartzites de l'Atacora, puisque leur composition minéralogique est assez voisine et qu'ils sont, eux aussi, affectés de mouvements tectoniques. Mais je crois cependant qu'il faille donner un âge très différent aux deux séries de formations : celles de l'Atacora (qui seules sont concordantes avec les schistes cristallins, sont métamorphisées, et contiennent en abondance des minéraux de fumerolles), sont manifestement plus anciennes.

Ainsi les grès du plateau gourmantché se placeraient, comme âge, entre les quartzites de l'Atacora et les grès argileux de Gaya, et beaucoup plus près des premiers que des seconds, mais il est actuellement impossible d'en dire davantage.

L'horizontalité des couches de grès du plateau gourmantché ne semble pas absolue, notamment dans le sens de la largeur. Mais la pente étant très faible, il n'est pas possible de le démontrer directement.

En faisant abstraction de la présence du plateau, pour envisager seulement la pente générale des formations sous-jacentes, — et cela est possible en raison des coupures verticales du plateau, — on constate que l'altitude des roches anciennes est à une altitude sensiblement supérieure au nord ; d'ailleurs la direction N.S.

des rivières venant de la région Bizougou-Bogui le montre. Or le rebord septentrional du plateau gréseux apparaît notablement plus élevé au-dessus de la plaine que son rebord méridional, et par ce que je viens de dire précédemment cela n'est pas imputable à une plus faible altitude de la plaine située au nord. Par conséquent la surface du plateau plonge bien vers le S.W. Il en est de même pour les assises, qui apparaissent toujours parallèles à la surface, lorsqu'on traverse le plateau dans sa largeur. La différence d'altitude des deux rebords est d'ailleurs sensible. A Logobou, la hauteur de commandement n'atteint pas 30 mètres ; tandis qu'à Yobiri elle est bien de 100 m. supérieure.

Le plateau gréseux, sur son rebord septentrional surtout, se termine par une falaise verticale. Est-ce à dire que la formation de celle-ci doive être, comme pour l'Atacora, attribuée surtout à des actions tectoniques ? Je ne le crois pas, parce que la résistance de la roche aux agents superficiels n'est pas comparable à celle des quartzites et parce que l'action de l'érosion est bien plus manifestement mise en évidence tant par les amas d'éboulis qui sont au pied des pentes que par l'isolement en lambeaux du sommet du plateau, ce qui suffirait à expliquer le modelé de la région. C'est pourquoi, si des actions tectoniques ont contribué à la formation de la falaise verticale du plateau, elles ont été, je crois, très faibles.

Lorsqu'on vient de Konkobiri, les grès affleurent déjà à plusieurs kilomètres avant Logobou. Ils forment les versants de la large vallée dans laquelle est établi ce village. Le versant nord de cette vallée, abrupt, forme le rebord du plateau ; le versant sud au contraire est adouci, et s'il est certain que les grès s'y prolongent sur une certaine étendue dans la direction de la Pendjari, les alluvions abondantes qui recouvrent le sol empêchent d'en retrouver la trace.

Le sentier de Logobou à Yobiri s'insinue dans le plateau en utilisant le lit desséché d'un affluent torrentiel de la Pendjari (Pl. VII, 2).

C'est une sorte de petit cañon, d'une dizaine de mètres seulement de hauteur, lequel est encombré d'un véritable chaos de blocs aplatis, arrachés par les eaux sauvages. J'ai indiqué précédem-

ment la marche progressive de ce petit torrent vers le rebord septentrional du plateau qu'il ne manquera pas d'atteindre.

A Yobiri, on trouve exceptionnellement, avec le grès, un quartzite compact. En ce point, la falaise semble avoir sa hauteur maximum ; elle diminue d'importance jusqu'à Madjori, où elle n'atteint que 15 à 20 mètres, puis elle s'élève de nouveau à 30 ou 50 mètres, jusqu'à proximité de la rivière Tiounga. Ainsi dans le sens de la longueur également, l'horizontalité des couches n'est pas rigoureuse, mais en raison de la très grande distance qui sépare Yobiri de la rivière Tiounga, il est difficile d'en évaluer les variations. Tout ce qu'on peut dire c'est que l'allure des assises semble toujours en relation directe avec celle de la partie supérieure.

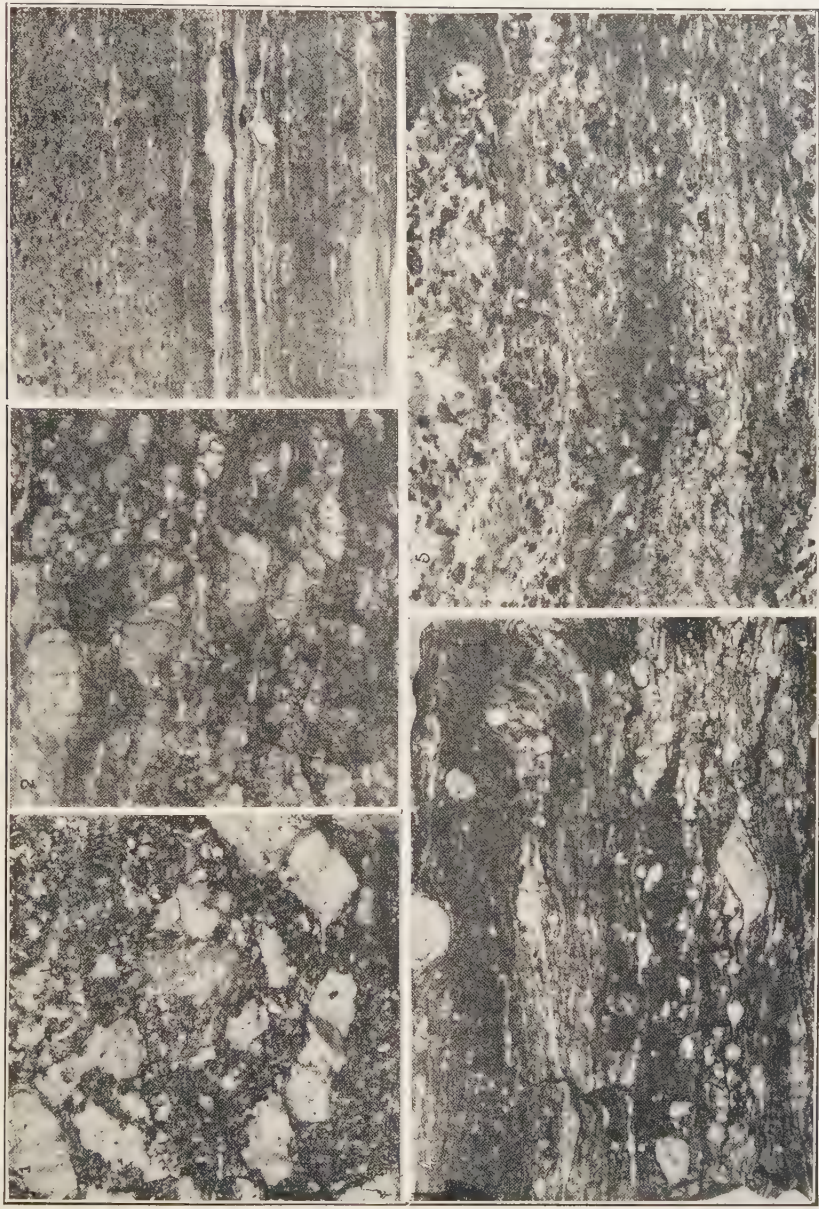


Fig. 44. — Le rebord du plateau gréseux du Gourma à Saborga.

La bordure septentrionale du plateau gréseux est loin d'être rectiligne : elle forme souvent des promontoires qui jalonnent la route. Entre Compongou et Madjori, on cesse complètement d'apercevoir la falaise : le plateau devant former en ce point soit un golfe profond, soit un détroit.

A Saborga, le démantèlement de la partie supérieure du plateau est très avancé : les blocs perchés et les piliers ruiniformes apparaissent curieusement disposés (Fig. 44). C'est un peu plus loin, au premier village peuhl dans la direction de Madjori, en un point où la falaise forme une sorte de cirque assez large, qu'apparaissent les couches redressées de grès. Elles s'écartent les unes des autres depuis leur base, comme les branches d'un éventail, et leur partie supérieure a été arrachée.

PÉTROGRAPHIE.



Modifications de structure de quelques types pétrographiques (Réduit de moitié).

Cliché H. Hubert

1. Granite (Hogon). — 2. Même roche, ayant subi des actions dynamiques, donnant naissance au gneiss granitoïde (Dassas-Zoumè). — 4. Même roche, après actions dynamiques plus puissantes, donnant naissance au gneiss onlé (Dassas-Zoumè). — 5. Gneiss basique, montrant l'inégale des actions dynamiques subies (Toutagou). — 3. Même roche, ayant subi des actions dynamiques plus puissantes (Savalou).

En même temps, les couches voisines, demeurées horizontales, sont intéressées par des fractures verticales avec de petits décrochements, qui sont une nouvelle preuve des actions tectoniques subies par ce plateau.

A environ cinq kilomètres au nord de Saborga apparaît le rebord méridional d'un nouveau plateau gréseux moins étendu que le premier, mais cependant assez vaste pour qu'on n'en aperçoive pas la limite. Sa constitution est la même que celle du plateau à Saborga. Sa partie supérieure est aussi très curieusement découpée par l'érosion.

Un peu avant Compongou, le plateau gréseux est traversé par l'Indéré (1), et ce fait est d'autant plus notable que le plateau se terminant un peu au sud de Compongou, il semble que la rivière dût le contourner pour atteindre la Pendjari. Au contraire, l'Indéré s'engage dans une sorte de défilé que je n'ai pas suivi, et qui, à sa base, est marqué par une succession de dalles tordues et se recouvrant les uns les autres à la manière des tuiles d'un toit.

A proximité de ce point, au pied même de la falaise, apparaissent des gabbros que l'érosion a désagrégés en boules. Cette roche se trouve encore entre Madjori et Tambarga (2).

De Compongou à Madjori, bien que la falaise ait disparu, on n'en rencontre pas moins de nombreux affleurements de grès qui attestent la continuité de cette roche en profondeur. J'ai recueilli, également dans cette partie, du jaspe en place, provenant, comme dans l'Atacora, d'une argile qui apparaît sous la forme de plaques peu développées. Mais les grès, même à proximité, n'ont subi aucune action métamorphique.

Tambarga est un point remarquable à cause de la manière dont le plateau a été affouillé en cet endroit (Pl. VIII, 1). A partir de cette localité jusqu'à la rivière Tiounga, la falaise n'apparaît plus que par cinq promontoires s'avancant jusqu'à la route. Mais les grès continuent néanmoins en profondeur, comme entre Compongou et Madjori.

1. Ou Naori.

2. M. Rémond, Chef de Poste à Diapaga, a bien voulu me communiquer des échantillons de pegmatite et de diabase très altérée, recueillis au pied de la falaise, entre Iérina et Saborga, mais sans indication de gisement précis.

Les roches éruptives qui affleurent après Tambarga sont des granites, des diabases et des gabbros à 12 kilomètres environ de cette localité; des gabbros à 20 kilomètres; enfin du granite porphyroïde à 28 kilomètres, c'est-à-dire à 2 kilomètres environ avant la rivière Tiounga.

Les grès cessent à la rivière Tiounga, aux actions érosives de laquelle il faut attribuer l'à pic brusque du plateau dans le sens de la largeur. D'ailleurs les grès, très rubéfiés en ce point, montrent bien l'importance des actions érosives.

Dans toute la région considérée, le conglomérat ferrugineux est peu abondant. Au bas des pentes il englobe assez souvent des morceaux de quartz filonien, pouvant atteindre la grosseur des deux poings, mais ces blocs sont usés par les actions de transport et je n'ai pu trouver la roche en place. Les filons originels ne sont certainement pas au milieu des grès, mais proviennent du démantèlement des formations sous-jacentes, à moins cependant qu'ils aient été amenés de la région septentrionale.

Par contre, les alluvions argileuses et sablonneuses, apportées par les cours d'eau qui débordent largement, atteignent une grande épaisseur. Elles masquent au nord les formations du sous-sol qui sont ou des schistes cristallins ou des roches éruptives.

Entre Logobou et la Pendjari, sur la route de Konkobiri, ces alluvions alternent avec un conglomérat ferrugineux banal.

Afin de relier le plateau gréseux du Gourma à l'Atacora, j'indiquerai les formations qui se trouvent entre les bords de la Pendjari (au gîte d'étape) et Konkobiri.

La Pendjari décrit au gîte d'étape une courbe assez brusque. Sur la rive droite, à proximité des cases et dans le lit de la rivière, affleurent des grès très voisins des quartzites, mais dont le ciment n'est pas toujours cristallin. Leur aspect extérieur les rapproche beaucoup des roches de l'Atacora, dont ils ont sensiblement l'orientation (1). Quant à la rive gauche, entamée à pic par la Pendjari, elle laisse voir, un peu avant le coude, une succession de couches d'argile blanche et de sable.

1. Il est facile de se rendre compte de celle-ci: l'érosion ayant débité les assises un peu épaisses, lesquelles se présentent sur leur tranche.

A dix kilomètres environ au nord du Konkobiri, la route traverse une ligne de hauteurs atteignant une cinquantaine de mètres, qui semblent se rattacher obliquement à l'Atacora. Elles sont formées par un grès compact, très dur, dont le ciment siliceux contient de l'hydrate de fer, d'où la couleur rose de la roche. Ce grès est métamorphisé, et de nombreux filons de quartz le sillonnent (1).

Enfin, à la petite rivière située dans la direction de Konkobiri, entre ces collines et la Pendjari, et à la Pendjari elle-même, se trouvent des schistes (phyllades) très redressés et entièrement décomposés.

A Konkobiri, parmi les roches en profondeur, il y a du quartz filonien riche en pyrite.

On voit que toutes ces formations appartiennent bien plus à l'Atacora qu'aux grès du plateau gourmantché.

On ne les aperçoit qu'à la faveur soit des lignes de relief, soit des sillons creusés par les rivières. Partout ailleurs, la plaine qui est inondée en saison des pluies par les débordements de la Pendjari, est recouverte d'alluvions puissantes, comme en témoigne la berge escarpée qui domine cette rivière à la première traversée de la route après Konkobiri.

Au milieu de ces alluvions, on rencontre des rognons calcaires très analogues à ceux que j'ai déjà signalés, mais plus volumineux. Je dois l'indication de ce gisement à M. l'Administrateur Porte.

Je ne crois pas qu'il faille considérer que la boucle formée par la Pendjari, après Bantchango, pour revenir couler dans sa direction primitive, mais en sens inverse, soit due à l'orographie actuelle. En effet, non seulement cette rivière n'est pas repoussée par le bord méridional du plateau gréseux (2), dont elle se trouve alors fort loin (et cela est démontré par le fait que la région où elle a établi son lit est une vaste plaine marécageuse sans ondulations),

1. Au pied de l'une de ces hauteurs, à proximité de la route, se trouve une source pérenne signalée antérieurement.

2. Celui-ci ne lui impose sa direction qu'en aval de la boucle.

mais encore elle traverse la ligne des hauteurs gréseuses qui aurait dû lui fournir un obstacle sérieux.

Il est intéressant de voir, dans cette partie du Gourma, le peu d'influence du relief sur l'hydrographie, ce que met encore en évidence la traversée du plateau gréseux par les affluents de la Pendjari.

§ 3

LES MASSIFS CRISTALLINS

Partout ailleurs dans le Gourma les seules roches qui traversent les alluvions ou apparaissent sous le conglomérat ferrugineux sont les roches cristallines. Nous avons vu qu'elles forment déjà le sous-bassement du plateau gréseux.

De même que dans la vallée du Niger, on remarquera que les roches éruptives qui affleurent dans la région que j'ai parcourue sont souvent des roches basiques.

Pour la commodité du développement, je diviserai le sujet en trois parties :

- A) La région de Mardaga.
- B) La région de Pama et l'Yanga.
- C) La ligne de partage des eaux.

A) La région de Mardaga.

J'appelle ainsi la région comprise entre le plateau gréseux, à Yobiri, et Diapaga. Elle est marquée par la présence de petites collines, de monticules, notamment à Mardaga et à Bamondi. Les roches basiques, sans être exclusives, y sont abondantes.

Entre Yobiri et Namounou, on trouve tout d'abord du grès à 2 kilomètres de Yobiri, puis successivement, sur une distance de 2 kilomètres, du granite, des filons de quartz, du gneiss et du gabbro, celui-ci désagrégé en petites boules peu volumineuses. Dans les cinq kilomètres qui suivent, on rencontre tour à tour du granite à amphibole traversé de quartz filonien ; une argile métamorphisée sillonnée de filonnets quartzeux et se débitant suivant

des plans parallèles ; du granite ; un gneiss à amphibole à grain fin ; enfin, avec du granite, de la diabase et du gabbro.

Bien que les dépôts alluvionnaires, qui sont abondants, masquent les formations sous-jacentes, il semble que la constitution géologique du sol entre Yobiri et Namounou soit caractérisée par un soubassement de gneiss qu'ont traversé des pointements granitiques nombreux, des filons de quartz et des filons basiques (diabases et gabbros).



Fig. 45. — Vue perspective prise de Namounou, montrant la différence du profil entre le plateau gréseux horizontal (2) et les collines de Mardaga, constituées par des roches éruptives basiques (1)

Les petites hauteurs, à profil trapézoïdal et formées de conglomérat ferrugineux, sont nombreuses dans la région. J'en ai rencontré une avant Namounou, une autre au-dessus de ce village même, d'autres encore entre ce point et Bizougou, et à Diapaga. Sauf pour celle qui domine Namounou, où les grès apparaissent (de telle sorte qu'on peut la considérer comme un lambeau gréseux), il n'est pas possible de connaître la roche originelle qui formait ces hauteurs. Néanmoins, il semble que la roche de Diapaga ait été originellement cristalline.

Le profil ondulé des hauteurs de Mardaga contraste vivement avec la forme tabulaire du plateau gréseux de Namounou situé en face (fig. 45). Ces hauteurs forment un massif de plusieurs kil. de longueur dont la constitution à Mardaga est la suivante (fig. 46) :

2. A la partie supérieure, sur un mètre environ, apparaît une roche schisteuse, fissile, dont les plans sont alignés comme dans les gneiss, et quelquefois ont glissé les uns sur les autres.

1. Gabbro normal, débité en boules isolées et contenant plus ou moins de titanomagnétite (12 m.).

3. Titanomagnétite exclusivement, couvant d'éboulis la partie inférieure de la colline sur une hauteur d'une dizaine de mètres. Les blocs de titanomagnétite atteignent 1 m. de diamètre au bas des pentes. Toute la région avoisinante est recouverte de sable magnétique.

Entre Mardaga et Namounou, on trouve presque constamment soit des gabbros, soit des diabases, et, en un seul point, des

gneiss basiques à grain fin. En allant de Mardaga à Bizougou, on rencontre encore des gabbros, désagrégés en boules, notamment au pied des berges de la petite rivière à quelques kilomètres de Mardaga.

A Bizougou, le sable magnétique redevient abondant. En dehors des buttes de conglomérat de cette localité, on trouve, au bord du village, des affleurements de granite, d'aprites et de diorite. Ces roches se continuent pendant environ 1 kil. au nord, après quoi elles disparaissent sous les alluvions et le conglomérat ferrugineux, percés seulement à de très rares intervalles par de très petits affleurements de granite à grain fin.



Fig. 46. — Hauteur au-dessus de Mardaga.

1 gabbro ; 2 même roche, schisteuse ; 3 même roche, riche en titanomagnétite.

A Diapaga, il existe, à l'ouest du village, une petite butte surtout constituée par des boules de diabase associée à une diorite, très voisine de la diabase, et à un microgranite. Partout ailleurs on ne rencontre que du conglomérat ferrugineux.

Entre Bizougou et Bamondi, on trouve quelques petits pointements de diabase, dont la présence autorise à penser que les hauteurs situées à quelques kilomètres à l'ouest de Bamondi ont une constitution analogue à celles des hauteurs de Mardaga, dont elles affectent le profil.

Enfin, sur la route de Bamondi à Iérina, on rencontre, pendant les 8 premiers kilomètres, de minuscules dômes ou bosses granitiques traversés par des filons de diabase ou par des gabbros.

On a vu que des roches analogues se continuaient jusqu'au pied du plateau gréseux, dont elles forment le sous-bassement.

B) La région de Pama et l'Yanga.

Pama est le centre d'une région granitique qui, à la fois par sa constitution et par l'aspect des accidents qu'on y rencontre, rap-

pelle assez bien la partie méridionale du cercle de Savalou. Cette région a, en territoire français, une trentaine de kilomètres de largeur sur cinquante de longueur. Elle se prolonge en territoire allemand. Elle est surtout marquée par une succession de hauteurs disposées suivant une ligne grossièrement N.S. Ces hauteurs jalonnent une partie de la route de Pama à Maticouali et la route de Pama à Kalomana, mais, dans cette dernière partie seulement, elles forment une chaîne continue. Les autres accidents sont ou des dômes groupés à la manière de ceux de la région de Sinendé, ou des petits massifs, ou des dômes isolés (Djébiga).

Le massif de Tindangou, qui est le premier quand on vient de l'est, se compose de trois dômes principaux, au profil très régulier. La roche constituante est un granite porphyroïde qu'on retrouve, plus au nord, à environ 6 kilomètres, dans la direction de Tambarga.

Entre ce gisement et la rivière Tiounga, signalée précédemment, on ne rencontre, comme affleurements rocheux, qu'un granite à grain fin, à 13 kil. de la rivière Tiounga ; du jaspé rouge identique à celui de Kirtachi, mais fréquemment sillonné de veinules de quartz à 10 kil. de cette même rivière ; et, à 6 kil., des filons de quartz.

On peut admettre que le massif de Tindangou se prolonge vers le sud en donnant naissance à la chaîne qui se poursuit jusqu'à Kalomana. Cependant il n'y a pas continuité rigoureuse.

Le point le plus intéressant de la route de Pama à Tindangou est un gisement de granite à amphibole où l'épidote est abondante, à 2 kilomètres de Pama. A proximité, se trouve un filon de diabase, riche en pyrite et décomposé en boules, puis du quartz filonien et du jaspé, identique à celui de Kirtachi, parfois rouge, mais le plus souvent vert. Au quartz sont associés de la magnétite et du minerai de manganèse (1).

Le village même de Pama est entouré de petites hauteurs de 15 à 20 m., tout entières désagrégées en boules, et qui rappellent ainsi certaines parties des Dassas. La roche dominante est un granite

1. Echantillon égaré en cours de route.

granulitique. On rencontre aussi de petites boules de granite à amphibole. Celles-ci reparaissent sur la route de Pama à Tagou, mais les accidents les plus remarquables, dans cette direction, sont deux nouveaux dômes également désagrégés en boules. Le plus voisin de Pama est formé par un granite granulitique, le second par un granite porphyroïde.

Les autres hauteurs de la région, que je n'ai point visitées, mais dont je me suis souvent beaucoup approché, sont évidemment de même constitution. D'ailleurs, dans toute la contrée, le sol est uniformément recouvert de sable granitique. M. v. Ammon (1) signale encore, comme ayant été rapportées de cette région, des roches provenant de la route Pama-Matiacouali, que je n'ai pas suivie. Ce sont deux diabases et un granite à amphibole, recueillis à peu de distance de Pama.

L'Yanga — et le pays d'Yondé — sont situés sur la rive droite de la rivière Yanga. Leur aspect est fort différent de celui du Gourma. Ils sont beaucoup mieux drainés, le terrain y étant beaucoup moins uniformément plat. Il en résulte que ces pays sont fertiles et par suite peuplés, ce qui est naturel dans une colonie où les seules ressources appréciables sont celles que fournit l'industrie agricole.

Les roches que j'ai recueillies dans ce pays sont d'une nature assez variée, mais la plupart d'entre elles montrent la présence d'un minéral commun : l'amphibole.

Déjà le granite à amphibole doit être abondant à proximité d'Ougarou, bien que je ne l'y ai pas rencontré, parce que les indigènes l'utilisent pour faire des meules. Il y a donc tout lieu de croire que le gisement de cette roche est moins éloigné que celui du granite à biotite, assez voisin cependant.

Entre Nabangou et le grand affluent de la rivière Yanga, sur la route de Gomacéré, apparaissent successivement du granite à biotite, du gneiss feuilleté à amphibole, du granite à grain fin, du granite à amphibole et de la diorite. Puis, au grand affluent de la rivière Yanga : du granite à amphibole, souvent désagrégé en

1. v. Ammon, *loc cit.*

boules et traversé de pegmatite graphique à très grands éléments et de filons de quartz.

Au delà, jusqu'à Silipinga, on trouve des gneiss et des granites à biotite, et à 20 kil. environ de Nabangou, quelques bosses granitiques. Un peu avant Silipinga, affleurent soit des amphibolites en contact avec des schistes métamorphisés, soit des gneiss à amphibole, soit des amphibolites. Ces roches se rencontrent également à Yanjori. Entre Gomacéré et Yanjori, on passe sur de nombreux affleurements de gneiss à amphibole et de granite à amphibole (à la grande rivière entre Gomacéré et Yanjori), ce dernier traversé de filons de diabase.

Un peu après Yanjori, le granite normal apparaît de plus en plus abondamment jusqu'à Yondé. Il donne naissance soit à de petites bosses, soit à des dalles assez étendues. Un peu avant Ouabougou, j'ai observé une aiguille de granite normal de 3 m. 50 de hauteur dont la forme cylindrique et le sommet taillé en biseau ne se rapportent à aucune des formes d'érosion observées pendant tout mon voyage (1).

A Yondé, la roche dominante est un gneiss plissé, traversé par un granite à grain fin, lequel est lui-même parcouru par des filons ou des filonnets de pegmatite à biotite. Ces derniers se divisent volontiers et deviennent de plus en plus abondants et plus fins au contact du gneiss. Le quartz affecte souvent au milieu de ces pegmatites une structure graphitique.

On trouve encore, à proximité de ce gisement, des blocs de diorite et des filons de diabases, ces derniers contenant une certaine quantité de pyrite. Enfin il faut signaler, sur la route de Comin-Yanga, des gneiss, surtout à amphibole, des amphibolites, du quartz filonien, et des quartzites.

C'est encore le gneiss à biotite et surtout à amphibole qu'on trouve entre Comin-Yanga et la branche septentrionale de la rivière Yanga. Un peu au-delà, jusqu'à Couari, c'est le granite normal qui prédomine. Entre Couari et Fada, il n'y a aucun affleurement rocheux.

1. Il est fort possible qu'il s'agisse là d'un monument lithique analogue à ceux qui ont déjà été signalés en Afrique occidentale.

Toute la région comprise entre Yondé et Couari est marquée par la grande abondance des filons de pegmatite dont l'orientation est toujours N.S.

En résumé, la région de Pama marque la continuation, de l'autre côté de l'Atacora, de la région centrale du Dahomey, dont elle a tous les caractères. Quant à l'Yanga et à l'Yondé, ils forment un pays assez indépendant, coupé, mais non accidenté, et par cela même très différent du Gourma. Les roches y sont remarquables par l'abondance d'un élément commun, l'amphibole, qui disparaît, au nord et au sud, dès qu'on a passé la rivière Yanga.

C) La ligne de partage des eaux.

La route de Fada N'Gourma à Botou par Kantchari marque assez bien la ligne de partage des eaux du bassin du Niger et de celui de la Volta. De même que la ligne de partage des eaux du Niger et de l'Ouémé, située à deux degrés plus au sud, elle ne se manifeste par aucun accident montagneux. Le sol est sans doute un peu plus élevé ici, mais d'une façon inappréciable. C'est du reste l'altitude un peu supérieure de cette zone qui fait qu'elle sert de moyen de communication pour aller de Fada N'Gourma vers l'est.

On rencontre à vrai dire de petites lignes de hauteurs entre Fada N'Gourma et Piéga; mais elles sont absolument insignifiantes. La plus importante est à Namoungou, mais c'est une ondulation si faible qu'on ne la juge même pas quand on la traverse. On l'apprécie seulement lorsqu'on se trouve à une distance notable. Sauf sur un levé topographique à grande échelle, il est impossible de traduire les mouvements de terrain de toute cette région.

Je ne connais cette ligne de partage qu'entre Fada N'Gourma et Kantchari. Sauf entre Fada N'Gourma et Namoungou, ce sont les ruisseaux se dirigeant vers le sud qui naissent à proximité de cette ligne de partage. Or si l'on peut prétendre que la dénivellation, à versants très adoucis, qui existe un peu après Namoungou, sépare le bassin du Goroubi de celui de la Pendjari, tout le monde est d'accord pour admettre qu'il n'y a aucun relief apprécia-

ble entre cette ondulation et Piéga, et cependant, après Namoun-gou, les ruisseaux que l'on traverse vont alimenter la Pendjari, c'est-à-dire la Volta, tandis que ceux voisins de Piéga sont considérés comme les sources (?) de la Tapoa, affluent du Niger.

Ainsi, là encore, il faut bien se garder de dire qu'il y a des lignes de partage accidentées. D'ailleurs l'inexistence de sources rend impossible la délimitation de la zone où commencent des rivières que le ruissellement détermine seul. J'ai déjà indiqué que cette région était tout à fait propice aux phénomènes de capture, lesquels doivent avoir lieu au profit de la Volta, comme on l'a vu précédemment. Il sera très intéressant de les étudier lorsque le cours des rivières aura été relevé.

Les formations rencontrées dans cette région sont assez variées, ce qui se comprend aisément puisqu'elles se trouvent réparties suivant une ligne sinueuse. Il est probable que, par la suite, on pourra, avec beaucoup de raison, couper cette ligne en plusieurs tronçons dont il sera possible de rattacher chacun d'eux à une surface de constitution homogène. Une telle classification n'est pas faisable pour le moment. C'est pourquoi je décrirai simplement mon itinéraire.

A Fada N'Gourma on ne rencontre que des argiles bleues et vertes provenant sans doute de la décomposition de granites ou de gneiss et, un peu au nord, une butte de conglomérat ferrugineux (Mont Dubois).

Entre Bogui et Namoungou, on trouve du granite à biotite à 7 kilom. de Bogui ; du gneiss plissé traversé de filons de quartz à 12 kilom. ; puis fréquemment, des filons de pegmatite (orientés Nm — 10° — W) et des affleurements de diabase, notamment à 13 kilomètres de Bogui. Un peu avant d'arriver à Namoungou, on longe une ligne de petites hauteurs sans importance, au nord de la route.

La formation la plus intéressante entre Namoungou et Coent-chengo est le calcaire, en petits nodules concrétionnés.

Ce gisement, qui m'a été signalé par M. l'Administrateur Porte, s'étend sur plusieurs kilomètres (1). J'en ai parlé précédemment.

1. On rencontre déjà de ces nodules calcaires un peu après Namoungou. Un gisement identique existerait à Yamba (échantillons recueillis par M. Porte).

Les nodules sont disséminés irrégulièrement comme sur la route de Kandi à l'Alibory.

Les autres roches sont des gneiss à biotite ou à amphibole, du granite toujours désagrégé en boules, et des filons de pegmatite et de quartz.

Les mêmes formations (nodules calcaires compris) se retrouvent entre Coentchengo et Piéga. Parmi les roches à amphibole, qui dominent, il faut signaler, d'une part, les gneiss granitoïdes (orientation Nm — 30° — W) débités curieusement et mis en relief par l'érosion suivant des arêtes sinueuses se croisant normalement; et, d'autre part, des amphibolites à très grands cristaux formant un pointement d'environ 400 mètres de longueur au milieu duquel on rencontre quelques boules de granite normal.

Piéga est au pied de petites hauteurs formées de blocs arrondis, superposés, de granite normal. A quatre kilomètres au delà, il y a un peu de granulite traversée de filons de pegmatite (Nm — 10° — E). A huit kilomètres de Piéga commence le granite à amphibole dont les affleurements, assez nombreux, se poursuivent jusqu'à 2 kilom. d'Ougarou. Puis le granite à biotite (parfois porphyroïde) reparaît de nouveau.

Les seules roches en place entre Matiacouali et Nalongou sont des granites à biotite ou à amphibole, des diorites et de la pegmatite. On trouve encore des boules de diabase et de diorite, non en place, mais certainement à proximité de leur gisement.

Enfin, de Nalongou à Kantchari, j'ai recueilli du granite à amphibole, du gneiss traversé de filons de granite à grain fin, une aplitite, du granite normal et une nouvelle amphibolite à grands cristaux dont on retrouve des échantillons analogues, mais non en place, après Kantchari.

La région de Kantchari est un peu accidentée. Les monticules qu'on y rencontre sont exclusivement constitués par du conglomérat ferrugineux. La roche originelle n'est pas déterminable (1).

Partout ailleurs, le sol est recouvert en abondance d'argile au

1. Il faut ajouter à cette nomenclature deux diabases et un granite à hornblende signalés par M. v. Ammon comme provenant de la route Sambalougou-Botou, que je n'ai point suivie (v. Ammon, *loc. cit.*).

milieu de laquelle sont généralement de petits nodules de limonite. Il est bon de remarquer que le sol du Gourma est très nettement différent de celui des autres pays traversés. C'est toujours une argile grise (et non rouge) très analogue à celle de nos régions ; elle est en outre très abondante.

M. le Gouverneur du Dahomey a bien voulu soumettre à mon examen des échantillons recueillis au Gourma par les soins de M. l'Administrateur Porte. De plus, lors de mon passage à Fada N'Gourma, M. l'Administrateur Brot a eu l'obligeance de faire recueillir un grand nombre d'échantillons provenant des différents points du cercle qu'il dirigeait. Ce sont toujours des roches éruptives et des schistes cristallins identiques à ceux que j'ai signalés précédemment.

Il est donc permis d'admettre que, sauf les accidents locaux, l'ensemble du Gourma, jusqu'à Couala, est constitué par les mêmes roches ; les seuls cas anormaux sont ceux qui peuvent se présenter dans les endroits inaccessibles, ou du moins très peu fréquentés ; ces derniers, il est vrai, sont extrêmement vastes.

§ 4

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

Le Gourma ne nous apparaît, en somme, que comme le prolongement, au delà de l'Atacora, de la région des schistes cristallins avec un plateau gréseux, très allongé mais peu large.

Mais nous sommes bien autorisés à en faire une division indépendante des précédentes. En ce qui concerne les roches éruptives, le Gourma se différencie de la région centrale par l'abondance des types basiques ; en ce qui concerne les schistes cristallins, il se différencie de la région du Niger par la présence de types amphiboliques nombreux ; enfin, en ce qui concerne les grès, il a une individualité propre. J'ai indiqué également que les roches meubles qui couvrent la surface du sol de ce pays ont encore une allure, un aspect particulier ; de plus les argiles sont extrêmement abondantes. Enfin la configuration générale, avec ses vastes espaces marécageux, et le climat lui-même sont encore particuliers à cette région.

Le climat du Gourma est intermédiaire entre celui d'Ougadougou et celui de Niamey. Mais il est caractérisé par la grande irrégularité des précipitations atmosphériques. Celles-ci, il est vrai, tombent bien aux mêmes époques mais la quantité d'eau qu'elles comportent est extrêmement variable (1).

1. Dans la carte au 1/1.250.000, la teinte correspondant aux dépôts continentaux actuels (terre de barre, etc.), s'applique exclusivement, pour le Bas-Dahomey, au revêtement de terre de barre et, pour le Haut-Dahomey, à certains dépôts de conglomérat ferrugineux, d'origine douteuse, et aux dunes continentales.

XIII

LES RÉGIONS VOISINES DU DAHOMEY

Obligé de me cantonner à l'intérieur de limites purement administratives, je n'ai pu donner bien souvent à mes itinéraires l'ampleur qui leur eût convenu en largeur.

Ainsi que je l'ai fait pressentir en plusieurs occasions, les pays traversés ne représentent pas des individualités géologiques, mais ils font partie de régions beaucoup plus étendues.

Les formations de la région côtière se continuent, de part et d'autre du Dahomey, dans le Togo et dans la Nigeria. Le système lagunaire, la région de la terre de barre y sont identiques. Bien mieux, la Lama, avec ses calcaires éocènes (?) se prolonge dans la Nigeria. En effet, M. Parkinson (1) a signalé tout récemment la présence, dans le sud de cette colonie, de formations sédimentaires qu'il considère comme post-crétacées. Dans ces conditions, même si les formations dont il s'agit ne sont pas rigoureusement identiques à celles de la Lama, elles sont, en tous cas, très voisines et du même ordre. Là encore, comme au Dahomey, les formations sédimentaires anciennes s'appliquent immédiatement contre la bordure méridionale de l'archéen. Il semble à peu près établi qu'elles dessinent sur la carte un vaste golfe allant se relier aux formations du Cameroun, interrompu seulement en surface par les puissants dépôts du delta du Niger. On sait également que les dépôts fossilifères signalés à l'est de ce delta se relie à ceux de la Nigeria septentrionale, mais

1. Parkinson, *loc. cit.*

BOTANIQUE.



Palmiers à huile (Bords du Mono).

Cliché H. Hubert



Roniers dans le pays Tchi.

Cliché H. Hubert.

elles occupent nécessairement une surface limitée entre les formations cristallines qui s'étendent au delà de la rive gauche du Niger et celles qui se poursuivent, du nord au sud, entre la région de Calabar (sur la côte) et Zinder.

Du côté du Togo, on a vu que les calcaires éocènes (?) traversaient le Mono à Missinicondji et pénétraient en territoire allemand. Bien qu'aucune publication n'ait encore signalé la présence de ce dépôt dans l'intérieur de la colonie allemande, il n'est pas possible qu'il n'y existe pas, au moins en profondeur; et, sans aucun doute, l'amorce de ce terrain est marquée au Togo, par la présence de la région marécageuse dénommée Sumpfgebiet Bado. Par contre, dans le Gold-Coast, une formation analogue borde l'océan (1). Elle disparaît certainement peu après, car, dans l'ouest de la Côte d'Ivoire au moins, les roches cristallines se rencontrent sur le rivage même.

La région des massifs cristallins est extrêmement étendue. M. A. Lacroix (2) a signalé leur importance en Afrique occidentale. Pour les pays voisins du Dahomey, j'ai pu me rendre compte que ces roches couvrent une partie du Togo allemand et s'étendent fort loin dans la Nigeria. Dans cette dernière colonie on sait qu'elles commencent un peu au sud d'Abéokouta, où M. Parkinson signale un gneiss à grands éléments, qui donne naissance à des hauteurs identiques à celles des Dassas. De même que les roches cristallines déterminent les accidents du cours du Niger français, j'ai montré autrefois (3) qu'elles déterminent également celles du Niger anglais. Elles se prolongent donc nettement *au delà* du fleuve, toujours avec la même allure, au moins jusqu'à Badjibo au sud, peut-être même jusqu'à Lokodja. On les trouve au nord jusqu'à Sakassi. En territoire allemand, les roches cristallines (éruptives et schistes cristallins) se poursuivent jusqu'à la

1. Je dois ce renseignement à l'obligeance de M. Douvillé.

2. A. Lacroix. *Résultats minéralogiques et géologiques de récentes explorations dans l'A. O. F. et dans la région du Tchad* in Revue coloniale, Paris, 1905, pages 5 à 13.

3. H. Hubert. *Sur quelques roches provenant des rapides du Niger* in Bull. Mus. Hist. nat. 1903.

région montagneuse (1), à laquelle elles servent de sous-bassement. C'est donc exactement ce qui se passe plus au nord en territoire français. Le point le plus méridional où affleurent les formations cristallines au Togo est Badja, par environ 6°23 lat. N., de sorte que la limite de ces terrains vers le sud est à une latitude plus basse qu'au Dahomey et demeure ainsi parallèle à la côte.

A partir de la bordure orientale de l'arête montagneuse qui traverse le Togo (prolongement de l'Atacora français), les schistes cristallins ne se rencontrent plus que d'une façon exceptionnelle et très limitée dans les régions de Bafilo, de Bismarcksburg et de Kpalavhe. Il semble qu'on ne les retrouve pas, vers l'ouest, avant la partie occidentale du Gold-Coast. Mais dès lors, toujours vers l'ouest, elles redeviennent extrêmement abondantes, sinon dominantes.

Au moment de la mise en pages de ce travail, j'ai eu connaissance d'une communication de M. A. Chevalier (2) dans laquelle ce voyageur parle incidemment des roches de la Côte d'Ivoire. L'examen des échantillons que M. Chevalier a eu l'extrême obligeance de mettre à ma disposition (3) et les renseignements verbaux qu'il a bien voulu me fournir établissent l'existence de roches cristallines (éruptives et métamorphiques) dans le bassin du Comoé (entre Alépé et Zaranou) et dans celui du Cavally depuis la côte — où l'on voit les affleurements du mouillage des navires — jusqu'au mont Niénokoué. Mais il n'est pas douteux que ces formations soient très développées au nord des deux régions visitées et dans la partie comprise entre elles.

Les roches cristallines (schistes cristallins et roches éruptives) se retrouvent encore :

1. v. Ammon, *loc. cit.*

2. A. Chevalier. — *La forêt vierge de la Côte d'Ivoire* in *La Géographie*, pp. 201-210. Paris, 1908.

3. La détermination de ces échantillons a été faite par M. le Professeur A. Lacroix. Ce sont notamment des gneiss (Béréby, Bliéron, Grabo, Mont Tou, Mont Copé), des gneiss à amphibole (Bassa, Tabou, Mont Tou, Mont Copé), des granulites et des pegmatites (Béréby, Bassa, Tabou, Bliéron, Grabo, Fort-Binger, Mont Niénokoué). En dehors de ces roches, très voisines de celles du Dahomey, certains types basiques, provenant de Tabou et du Mont Pô, sont assez particuliers. Ce sont des diabases et différents basaltes.

1° Le long du Niger, en amont de Sansan-Haoussa, au moins jusqu'à Dounzou (1).

2° Au nord du Gourma, jusque dans la région de Dori. Ces formations affleuraient à la base des accidents montagneux qui s'étendent encore entre Dori et le fleuve (2).

3° A l'ouest du Gourma, au moins dans une grande partie du Mossi, car les échantillons recueillis à la limite de cette contrée montrent que ces formations doivent se prolonger fort loin vers l'ouest, et ce que nous connaissons de la topographie du Mossi est loin de contredire cette hypothèse.

En outre les quelques indices que nous possédons sur la géologie de ces régions nous donnent à penser que les formations cristallines dominent dans toute la Boucle du Niger à la hauteur du 12^e parallèle. On les retrouve notamment entre Kouroussa et Sotuba. Fait notable à signaler, les roches de cette dernière région, d'après une description récente qu'en a donné M. Villiaume (3) seraient très analogues à celles du Dahomey et, de plus, elles affecteraient une orientation N. E.-S. W., c'est-à-dire conforme à la direction du Niger supérieur (4).

4° Au sud du Mossi et de l'Yanga. Il est aisé de déterminer ici, avec précision, la limite des formations cristallines, car on sait (5) que le plateau de Bogou est constitué par des grès et que dans la région basse de Kantindi affleurent les roches métamorphiques.

Dans ces conditions, il n'est pas douteux que la puissante falaise qui s'étend de l'est à l'ouest au-dessus de la vallée du Sinebaga, ne marque au sud, du moins entre la Volta et la rivière Yanga, la limite des formations cristallines.

Quant à la région des quartzites, on a vu qu'elle s'étend

1. H. Hubert, *loc. cit.* — Desplagnes, *loc. cit.*

2. Carte manuscrite de M. le Lieutenant Desplagnes.

3. Villiaume, *Exploration géologique et minière en Guinée française* (conférence 13 avril 1908).

4. Il serait intéressant de voir si, là encore, il y a relation de cause à effet entre l'orientation du réseau hydrographique et celle des plissements, et si le fleuve, dans cette partie de sa branche montante, a également une origine ancienne comme ceux de la pénéplaine dahoméenne.

5. v. Ammon, *loc. cit.*

depuis le voisinage d'Accra (Gold-Coast) jusqu'au delà du Niger (région du W). Elle comprend toute la région montagneuse et s'étend un peu à l'ouest de celle-ci jusqu'à proximité de l'Oti (Yanga). La partie montagneuse offre les mêmes caractères en territoire allemand et en territoire français : elle est remarquable par l'uniformité des types pétrographiques qui la constituent et par la régularité de son allure (versant occidental continu et abrupt, versant oriental déchiqueté et moins élevé) (1).

Des formations analogues à celles de l'Atacora se retrouvent également, le long du Niger, au nord de Sansan-Haoussa. Le point le plus septentrional où on les rencontrerait serait, d'après M. Chudeau (2), Tosaye ; et, d'après les renseignements du capitaine Aymard et du lieutenant Barberac, signalés par cet auteur, on pourrait les suivre depuis Tosaye jusqu'à Hombori. Sur la carte de M. le Lieutenant Desplagnes (3), on voit bien une succession de petites hauteurs entre Tosaye et Hombori, mais celui-ci les considère comme constituées par des grès. Dans ce cas, il n'y aurait pas identité avec les roches de l'Atacora.

Il existerait également des formations semblables dans le Gold-Coast où, d'après M. v. Ammon (4) elles formeraient le plateau de Bogaro (au nord de Kpong).

Enfin, M. le Commandant Lenfant (5) a signalé la présence, au sud de Jebba, de rochers énormes « formés de granitoïde et de grès rose ». La description qu'en donne cet auteur, ainsi que leur aspect et leur masse, rapprocheraient beaucoup ces formations de celles du W, c'est-à-dire qu'elles seraient des quartzites. Ce sont ces roches qu'on retrouverait à Lokodja, constituant l'énorme plateau qui domine le fleuve. Mais les renseignements

1. Il est intéressant de noter que, de même que l'Atacora français détermine, à son extrémité septentrionale, la formation des coudes du Niger, il provoque également, à son extrémité méridionale (région de Kpong), des déviations du cours de la Volta.

2. Chudeau. *Excursion géologique au Sahara et au Soudan*, in Bull. Société Géol. Fr., p. 323. Paris, 1907.

3. Desplagnes. *Le plateau central nigérien*.

4. V. Ammon, *loc. cit.*

5. Lenfant. *Le Niger, voie ouverte à notre commerce africain*, p. 58. Paris, 1902.

relatifs à ces terrains sont très vagues. Peut être s'agit-il tout simplement de grès analogues à ceux du Gourma.

Les *formations de la vallée du Niger*, comportent, outre les roches signalées précédemment, des grès. Les grès de Gaya se poursuivent jusqu'à la hauteur de Sakassi. Les points extrêmes où on les rencontre sont donc Zougou et Segbana au Dahomey, Sakassi dans la Nigeria. Ils s'étendent également sur la rive gauche du Niger.

Au nord de Sansan-Haoussa, les roches anciennes sont couronnées le long du fleuve, par des grès (Lieutenant Desplagnes), et cette manière de voir est conforme à ce que j'ai observé de Gaya à Sansan-Haoussa. M. Chudeau (1) considère qu'on se trouve en présence d'argiles lutéciennes. Je ne suis pas qualifié pour m'occuper de cette question puisque je n'ai pas parcouru la région considérée.

On sait que plus au nord, dans la vallée du Tilemsi, M. le Lieutenant Desplagnes a signalé les seuls gisements fossilifères situés à proximité du Niger. Les formations de cette région sont crétacées. Elles se développent largement au nord et à l'est.

Des grès récents occuperaient encore la partie méridionale de la région comprise entre la Volta et l'Oti (2).

Les *grès du Gourma* ont leurs homologues très développés dans la partie septentrionale de la Boucle du Niger. Ils constituent notamment les plateaux de Bandiagara et du Hombori (3), dont ils ont absolument l'aspect. Il est probable qu'il en est de même pour la région gréseuse comprise entre Dori et le Niger, mais on ne possède pour le moment aucun renseignement précis. Il est à remarquer que le plateau de Bandiagara et les hauteurs de Dori au Niger sont orientés comme tous les plissements de la région.

On a de très fortes raisons de penser que le grand plateau gréseux de Gambaka est analogue à celui du Gourma, dont il possède *tous* les caractères topographiques exagérés et dont il est, de

1. Chudeau, *loc. cit.*, p. 335.

2. V. Ammon, *loc. cit.*

3. Desplagnes, *loc. cit.*

plus, assez voisin ; en outre sa falaise est assez bien dans le prolongement de celle du plateau gourmantché.

Je rappellerai enfin qu'on doit à M. A. Chevalier (1) d'avoir établi la présence d'une mer pléistocène (dont la région lacustre actuelle serait le dernier vestige) dans tout le pays avoisinant Tombouctou.

Les indications précédentes montrent tout d'abord que dans l'intérieur de la Boucle du Niger, les formations géologiques offrent très peu de variété. La preuve nous en est apportée par ce fait que les terrains reconnus jusqu'à ce jour sont en très petit nombre et qu'ils occupent toujours des surfaces considérables.

Les roches cristallines (gneiss, roches éruptives) sont de beaucoup les plus répandues. J'insiste sur ce fait que, partout où on les a signalées, elles présentent des caractères identiques. On voit que, même avec des lacunes importantes, une telle extension des formations cristallines est remarquable.

Un point très intéressant est de montrer également le développement considérable, sur près de 800 kilomètres, d'une zone de roches sédimentaires métamorphistes (paléozoïques), traversant tout le Togo et le Dahomey avec une orientation caractéristique, qui se retrouve dans tous les plissements signalés précédemment.

Les grès, les grès anciens surtout, comparables de tous points à ceux du Gourma, occupent, eux aussi, de très vastes espaces, surtout au sud du 12^e parallèle et au nord du 14^e. Ils donnent naissance à des plateaux escarpés qui dans certains cas, dominent les plaines avoisinantes de plusieurs centaines de mètres.

Enfin, il y a lieu de rappeler l'extension de la zone fossilifère éocène (?), parallèle à l'océan, laquelle prendrait naissance au Gold-Coast, traverserait le Togo, le Dahomey, la Nigeria et viendrait aboutir à proximité du Cameroun.

On peut ainsi considérer aujourd'hui comme connues dans leurs grandes lignes les formations géologiques comprises entre le Niger et une ligne brisée passant par Djenné, Ouagadougou et

1. A. Chevalier. *Sur l'existence probable d'une mer récente dans la région de Tombouctou*, in Comp. Rend. Ac. Sc. CXXXII, pp. 926-928. Paris, 1901.

Accra (c'est-à-dire à plus de 500 kil. de la branche descendante de ce fleuve), soit sur une surface d'au moins 600.000 kilomètres carrés. Il ne reste donc plus à étudier aujourd'hui, dans l'intérieur de la boucle du Niger, qu'une partie des territoires du Soudan et de la côte d'Ivoire pour pouvoir établir la carte géologique de l'Afrique Occidentale Française.

STRATIGRAPHIE ET TECTONIQUE

XIV

§ 1

STRATIGRAPHIE

Il y a très peu de choses à dire sur la stratigraphie des pays que j'ai parcourus. En ce qui concerne leur âge relatif, pour une même région, il n'y a pas de difficulté, puisqu'en aucun cas les formations sédimentaires non métamorphisées n'ont été affectées par des plissements. Leur âge est donné, sans aucun doute possible, par leur ordre de superposition.

Mais lorsqu'on veut comparer deux régions voisines, les difficultés commencent parce qu'on n'a aucun point de comparaison. Non seulement les formations sédimentaires se trouvent isolées et constituent des îlots indépendants qu'il est absolument impossible de rattacher les uns aux autres, mais encore aucun fossile caractéristique ne vient permettre de fixer l'âge absolu de l'un quelconque de ces dépôts.

J'ai désigné antérieurement (1) les formations non nettement éruptives de la région centrale (gneiss et micaschistes) sous la dénomination *d'archéen*, mais dans mon esprit ce mot s'appliquait, comme l'a si bien indiqué M. de Lapparent à « un faciès plu-

1. H. Hubert, *Esquisse préliminaire de la géologie du Dahomey* in Comp. Rend. Ac. Sc. CXLV, 1907.

tôt qu'à un âge déterminé » (1). Il s'applique, pour le Dahomey, aux formations les plus anciennes, ayant un certain nombre de caractères communs. Ce terme était donc commode à employer à la place d'une périphrase. Mais il présente le grave défaut de pouvoir désigner aussi implicitement une assise sédimentaire, la plus ancienne de toutes celles connues. Or, il est certain que parmi les gneiss que j'ai mentionnés, il en est qui sont d'origine éruptive, des « orthogneiss », comme les appelle M. Rosenbusch (2). Aussi, malgré la commodité de son emploi et en dépit des réserves formulées, je crois qu'il y a avantage à ne pas conserver ce terme d'archéen dans un travail de détail. Il vaut mieux dire simplement qu'on a affaire à des gneiss d'origines diverses et à des micaschistes, à la base des autres formations.

Les plus anciens dépôts postérieurs aux gneiss et aux micaschistes sont certainement ceux de l'Atacora, dont l'allure, le métamorphisme, ainsi que les actions tectoniques subies, accusent des relations avec les schistes cristallins. MM. Gautier et Chudeau ont assigné comme âge à des formations analogues, rencontrées par eux plus au nord, sur le Niger notamment, le silurien (3). Mais ils ont eu, venant de l'Afrique septentrionale, des éléments de comparaison qui m'ont fait totalement défaut.

D'autre part, M. v. Ammon (4), sans attribuer un âge certain aux échantillons qui ont été recueillis au Togo allemand sur le prolongement méridional de l'Atacora, les considère comme paléozoïques. Il n'est pas douteux qu'il ne s'agisse ici de roches identiques à celles que j'ai rencontrées, mais je pense que, pour celles-ci, on peut préciser davantage et placer leur individualisation dans les premiers temps de la période primaire, en raison de leur métamorphisme intense d'une part, et surtout en raison de leur association intime, et si fréquente, avec les micaschistes.

1. A. de Lapparent, *Traité de géologie*, p. 731. Paris, 1900.

2. Rosenbusch, *Elemente der Gesteinlehre*, pp. 484 et suiv.

3. F. F. Gautier. *A travers le Sahara français*, in La Géographie, année 1902, p. 2. — Chudeau. *L'Aïr et la région de Zinder*, in La Géographie, année 1907, p. 323.

4. Chudeau. *Le Lutécien au Soudan et au Sahara*. Comp. rend. Ac. Sc. CXLIV, p. 812, 1907.

M. Chudeau considère comme datant également du « silurien (peut-être du dévonien) », les roches anciennes qui forment les rapides du Niger. Les échantillons recueillis par M. le Commandant Lenfant et M. l'Administrateur Fourneau, par M. le Lieutenant Desplagnes, et par moi-même; ainsi que les observations que j'ai faites sur place, montrent que, dans la pétrographie de cette région, une grande place doit être réservée aux roches éruptives et à des gneiss, sans doute eux aussi d'origine éruptive.

Postérieurement aux quartzites, se sont faits les dépôts gréseux du Gourma, auxquels on ne saurait donner d'âge absolu. Puis se sont individualisés les grès argileux du Niger, dont la période de dépôt a dû être fort longue. Ils sont surmontés de formations où la limonite domine. On ne peut connaître actuellement le moment où elles ont commencé à se former; elles continuent à se développer sous nos yeux.

Les formations de la région méridionale ne peuvent être rattachées à celles du nord. J'ai dit qu'elles débutaient par une assise éocène (?) après laquelle se sont individualisés les grès, puis les formations ferrugineuses actuelles (terre de barre, conglomérat ferrugineux) et les alluvions fluviales et marines.

§ 2

TECTONIQUE

Les grandes zones de plissements.

Je ne me dissimule pas la hardiesse qu'il y a à parler de la tectonique d'un pays où, sans aucun renseignement, j'ai dû aborder l'étude de la géologie. Dans l'ignorance à peu près totale où nous sommes de la tectonique des pays voisins, on ne peut guère songer qu'à dégager les grandes lignes de ce qui concerne le Dahomey.

Il ne saurait être question ici de vouloir assimiler — comme il a été souvent dangereux de le faire — la période de plissements subis au Dahomey de l'une de celles qui ont été indiquées pour les pays tempérés. Mais, si du groupement d'un certain nombre d'observations il semble s'imposer certaines conclusions, il y a intérêt à les indiquer dès maintenant.

On a vu que dans les pays parcourus, les gneiss, notamment, avaient ou leurs éléments, ou leurs plans de schistosité, disposés, sur de très grandes distances, suivant des lignes droites. L'orientation de ces lignes prise fréquemment, et cela d'une façon très rigoureuse (à moins d'un degré près), a pu être reportée chaque fois sur une carte aussi exacte que possible. Mais il y a une cause d'erreur qu'il est bon d'indiquer tout de suite. Les orientations ont été prises par rapport au nord magnétique, et on a vu qu'on ne connaissait pas la valeur de la déclinaison absolue pour tous les points du Dahomey. Aussi j'ai appliqué *arbitrairement* à toute la colonie, pour l'année 1903, le chiffre de 13°45 donné par M. le Capitaine Fourn pour la région de Grand-Popo. Les corrections postérieures devront être faites sur ce chiffre, mais il ne semble pas qu'elles doivent être très importantes.

Les seules orientations prises sont celles des gneiss, des mica-schistes et des quartzites. L'orientation des filons qui recoupent ces roches n'a pas été consignée, parce que généralement il n'est pas possible de les suivre sur une longueur suffisante. De plus, il ne faut pas se dissimuler que les affleurements de roches filoniennes offrent généralement des directions curvilignes, et que, dans ces conditions, aucun choix n'est possible.

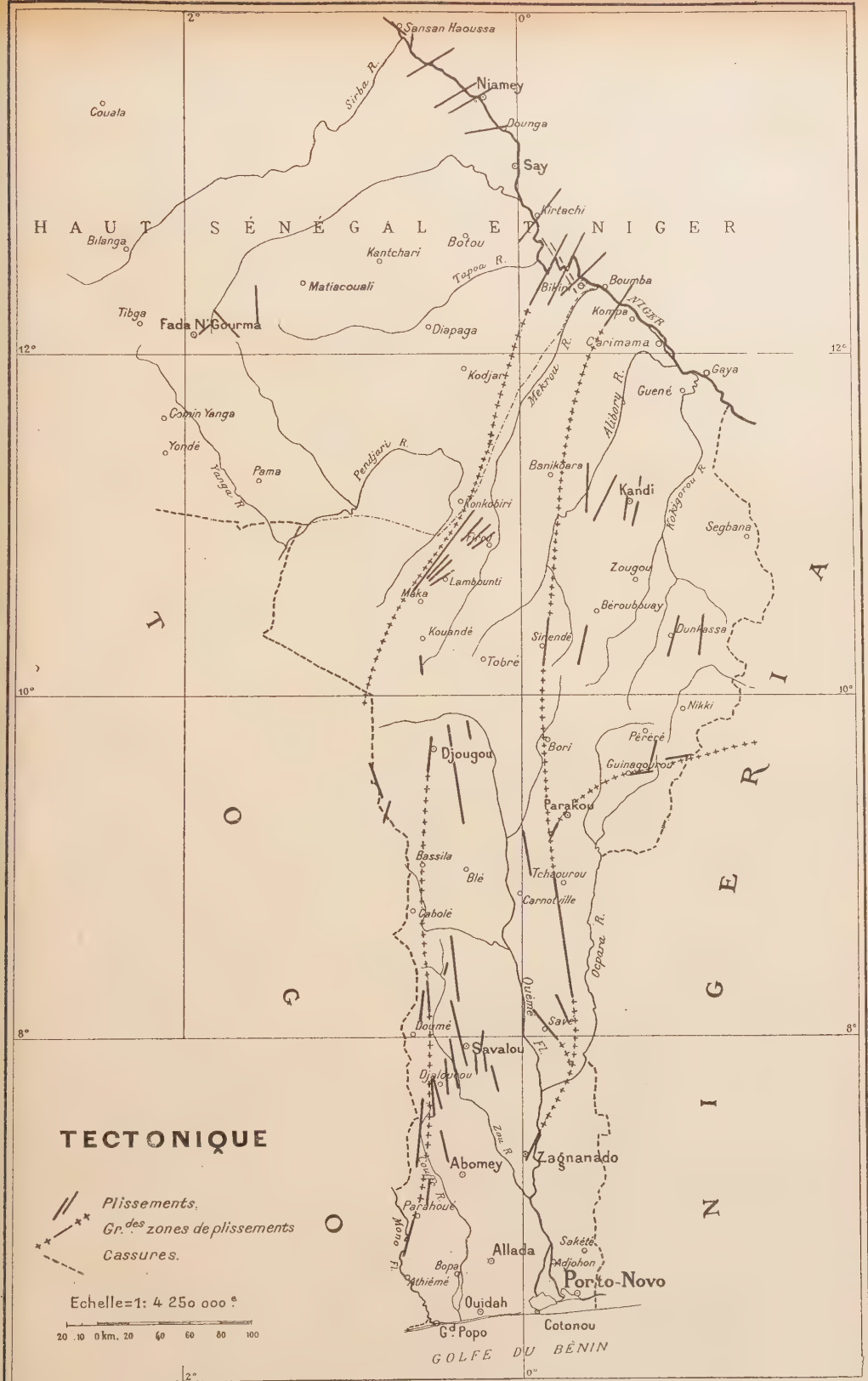
Qu'on remarque tout d'abord les rapports entre les orientations ainsi déterminées (Fig. 47) et celles des cours d'eau, et l'on sera immédiatement frappé du parallélisme rigoureux des deux systèmes de lignes. C'est là une bonne démonstration de cette idée déjà exprimée : l'allure générale des cours d'eau a été directement influencée à l'origine par l'orientation des plissements.

Il y a cependant des exceptions, notamment pour le Mono et pour le Niger. En ce qui concerne le premier de ces fleuves, l'exception est très localisée, et elle n'est guère sensible que par les sinuosités du cours d'eau. En ce qui concerne le Niger, le cas est très général. On a vu que dans l'un et l'autre cas, grâce à l'existence de ces plissements, il se produisait des rapides.

En ce qui concerne l'orographie, l'identité d'orientation des chaînes et des plans de schistosité des roches qui les constituent est frappante. Et cela montre bien que les accidents du relief sont dus exclusivement à l'érosion, ce que leur faciès typique confirme d'ailleurs.

Le relevé des orientations des roches, même s'il n'eût servi qu'à nous faire comprendre ces deux faits, serait encore de la plus haute importance, puisque nous pouvons dire maintenant que le Dahomey a été une région remarquablement plissée, puis nivelée par l'érosion, après que les plissements eurent imprimé leur direction générale aux rivières ; — le nivellement s'étant fait de manière à laisser subsister seulement, à l'état de témoins, quelques accidents de même orientation que les plissements.

Ces faits apparaissent en contradiction avec ce que j'ai dit antérieurement : savoir que la direction des cours d'eau n'était pas influencée par celle des plissements. La contradiction n'est réelle



que lorsqu'on l'applique aux faits de détails. En effet, il n'est pas douteux que d'une manière générale un cours d'eau important a eu son allure générale influencée d'une façon directe et évidente par la direction des plissements. Mais alors que ceux-ci sont rigoureusement rectilignes, on ne saurait en attendre autant des cours d'eau, d'où cette indépendance apparente des grandes rivières et des accidents tectoniques (1).

J'ai dit aussi qu'il n'y avait aucun rapport nécessaire entre l'orientation des cours d'eau et des accidents orographiques, et l'on voit ici que les uns et les autres sont parallèles aux plissements. Mais cela ne les empêche pas de demeurer très souvent indépendants les uns des autres, car la plupart des grandes artères avaient déjà établi leur cours lorsque les accidents du relief ont été individualisés par l'érosion. N'oublions pas en effet que dans la région centrale, au moins, les accidents actuels du relief ne sont pas dus à des soulèvements, mais à l'érosion seule.

Dans tous les cas où il y a conflit entre l'orientation des plissements ou des accidents du relief, d'une part, et celle des cours d'eau, d'autre part, ce sont toujours ces derniers qui finissent par l'emporter.

Je me considère autorisé à réunir les directions des plissements voisines les unes des autres lorsqu'elles sont dans le prolongement l'une de l'autre et qu'elles se rapportent à des roches identiques. Quelle que soit la genèse de l'individualisation des types pétrographiques cristallins, nous avons le droit de les identifier les uns aux autres lorsqu'ils sont continus — ou immédiatement voisins — et qu'ils ont les mêmes caractères. Cela étant, on voit que les formations gneissiques et les quartzites possèdent différentes directions qu'il est bon de discuter maintenant.

Au sud, les alignements des gneiss, aussi bien ceux du Mono que ceux de Zagnanado, offrent une direction NNE-SSW, puis on constate un coude avec tendance vers une direction NNW-SSE, indiquée seulement par quelques affleurements sur la frontière

1. On n'a vu qu'exceptionnellement, il est vrai, cette indépendance est complète en ce qui concerne le Niger.

occidentale et fortement marquée au contraire par les roches de la région de Savé. Un peu au delà du huitième parallèle, la direction méridienne domine dans l'ensemble de la colonie, puis dès le dixième parallèle, la tendance à la direction NNE-SSW reprend et se manifeste d'une façon très nette avant l'arrivée au Niger. Tout à fait au nord, les alignements deviennent ENE-WSW. De sorte que la ligne qui représente le mieux la *moyenne* des directions serait celle qui passerait successivement par les alignements de Zagnanado, Gogoro, Halafia, Sinendé et Pékinga, localités où toutes les roches sont ou identiques, ou possédant une constitution très voisine. Le seul cas aberrant est fourni par les affleurements de Bapéro, Parakou, Guinagourou, et Diguidirou, de constitution identique à ceux de Gogoro-Halafia et qui dessinent une courbe brusque qui passe de S.N. à W.E. J'ai indiqué, au sujet des roches de Parakou, que leurs éléments, bien qu'orientés, affectaient successivement toutes les directions. Il est donc évident que, dans cette partie, qui coïncide précisément avec le sommet de la courbe, les actions qui ont déterminé les alignements se sont manifestées différemment que partout ailleurs.

Or, supposons que cette ligne de plissements se prolonge au delà de Diguidirou, en territoire anglais par conséquent, ce qui n'a pas lieu nécessairement. On ne pourrait s'empêcher de remarquer que cette direction coïncide précisément avec celle de l'Oly, dont le cours est si différent de celui des autres rivières dahoméennes. Notons encore qu'on ne connaît, en territoire anglais, que trois affluents de la rive droite du Niger, qui aient la direction W.E. : ce sont le Menay, l'Oly et le Moussa, et tous trois occupent une zone de moins de 100 kilomètres de largeur au milieu de laquelle se trouve l'Oly. Il semble donc qu'il y ait autre chose qu'un hasard heureux entre l'identité d'orientation des trois rivières et de celle de l'amorce des plissements dans une même région. On a vu qu'à latitude égale, il y avait identité de constitution et d'aspect entre le Dahomey et la Nigeria occidentale, il n'est donc pas téméraire de penser que l'hydrographie est soumise aux mêmes causes, et par suite que les plissements W.E. se prolongent bien vers l'est, au voisinage du 10^e parallèle.

Du reste, il y a mieux. Si l'on marque la ligne de ces plissements jusqu'au delà du Niger, elle rencontrera le fleuve à la hauteur du dixième parallèle, c'est-à-dire à l'endroit précis où se trouvent les grands rapides de Boussa. Or, nous assistons à ce fait remarquable que les plissements traversent normalement le fleuve au moins depuis Youri jusqu'à Kompa et que partout, entre ces deux points, les affluents, les rapides et les plissements sont parallèles. Dans la région Boussa-Badjibo, les rapides recommencent, et les affluents, qui ont pris une direction nouvelle, leur sont également parallèles ; de plus l'amorce des plissements en territoire français affecte la même orientation. C'est dire combien se précise la probabilité de la continuation des plissements français vers l'est. Mais on pourrait objecter que les roches des rapides de Boussa ne présentent pas de directions de plissements notables. Cela n'est pas cependant, car j'ai signalé autrefois des gneiss à Ourou « extrêmement feuilletés » et les granites à Badjibo « ayant leurs éléments alignés d'une façon assez régulière » (1). Or il y a toutes les chances possibles pour que la direction des plissements soit précisément E.W car M. le Commandant Lenfant, qui a recueilli ces échantillons, signale que, dans cette région, le fleuve, de direction N.S., « est coupé par une barrière de rochers » (2).

Cette accumulation de preuves est bien faite pour autoriser à dire que de la grande zone des plissements N.S. se détache, à la hauteur de Bapéro, une apophyse qui s'incurve rapidement et acquiert une orientation W.E. Cette apophyse déterminerait la direction des affluents du Niger, et sa rencontre avec le Niger donnerait lieu à la formation des rapides de Boussa.

Il ne faut pas oublier cependant que cette orientation des plissements de Bapéro à Diguidirou n'est pas exclusive et que, notamment à Nyassi, à proximité de Diguidirou, on la retrouve sensiblement N.S. Je n'ai malheureusement pas pris toutes les orientations des plissements entre Dérassi et Diguidirou. Les indications portées sur mes notes les marquent plus généralement

1. H. Hubert, *loc. cit.*

2. Lenfant. *Le Niger, voie ouverte à notre commerce africain.*

E.W. Il y a donc dans cette région des plissements ayant, les uns par rapport aux autres une direction normale, et cela paraît d'autant mieux établi que les dalles de gneiss granitoïde de la rivière Pésira ont leurs éléments orientés Nm — 85° — W et sont affectés de cassures orientées Nm — 5° — E, c'est-à-dire rigoureusement perpendiculaires.

La présence de deux directions de plissements en un même point n'est d'ailleurs pas particulière à la région de Nyassi. On trouve plusieurs endroits intéressés par des accidents de ce genre, notamment à Motchi (près d'Abomey) au lieu dit Cagouillé (au nord de Pira) enfin dans la région de Sansan-Haoussa. Mais ils sont toujours très localisés, et la direction générale des plissements, qui seule nous intéresse, est celle portée sur la carte.

On remarquera aussi que, pour les pays situés à l'ouest de l'Atacora, il n'a été indiqué que trois directions sans intérêt entre Fada-Gourma et Matiacouali. Pour tous les autres affleurements, il n'y a pas de direction décisive sur une longueur suffisante. La question est à reprendre pour tout le Gourma.

Voyons maintenant plus spécialement les formations de l'Atacora. On notera tout d'abord que l'orientation des plissements cadre bien avec la direction de la chaîne, avec celle des fleuves et celle des plissements situés de part et d'autre. Mais il y a des divergences dans le détail.

L'allure des formations de Tannéka est bien différente de celle des gneiss et des micaschistes de la région de Djougou et des gneiss de Séméré. De même à Nioro, les pegmatites et les quartzites redressés, tout en ayant des directions peu divergentes, marquent une allure très différente de celle du massif.

A Lambounti, si les quartzites atteignent une orientation Nm — 50° — E, à l'intérieur du massif, les gneiss et les quartzites ont, au contraire, une direction moyenne Nm — 80° — E. Une orientation analogue se rencontre encore entre Firou et Konkobiri, et dans la région du W. Si bien qu'on peut dire qu'il y a à la fois une direction générale, coïncidant avec celle de la chaîne (Nm — 50° — E) et une direction secondaire, qui est surtout

celle des plissements du versant sud-oriental. Et cela explique assez bien, sur ce versant même, la discontinuité de tous les chaînons obliques, tandis que sur l'autre versant, il y a, au contraire, comme on l'a vu, le plus souvent parallélisme entre les chaînons et la direction générale.

Il semble ainsi qu'il y ait eu un effort de compression bien plus violent venant du sud et dont le maximum d'effet s'est produit sur le versant sud-oriental. Cela est justement conforme à la direction des plissements des gneiss des régions de Djougou et de Nioro, qui viennent heurter le massif de quartzites obliquement à sa direction générale.

On notera aussi l'allure courbée, en plan, des plissements de l'Atacora ; elle est plus prononcée que celle des gneiss et des micaschistes, ce qui semble indiquer que l'effort s'est produit avec plus d'intensité sur les quartzites, et cela semble confirmé par la discontinuité des chaînons, surtout appréciable pour le versant sud-oriental.

D'un autre côté, un fait notable est la brusquerie avec laquelle se termine l'Atacora au-dessus des plaines. Le versant gourmantché, notamment, offre des parois verticales très supérieures à 100 mètres. Des cas analogues se produisent sur le versant bariba. J'ai dit qu'il ne semblait pas que l'érosion seule puisse déterminer de semblables accidents, d'autant plus que la constitution du versant gourmantché n'est pas homogène. En outre, si l'érosion seule était entrée en jeu, elle aurait débité chaque roche en raison de sa composition minéralogique, ce qui n'est pas. Il semble donc qu'il ait fallu que des actions tectoniques entrassent en jeu, surtout si l'on songe à la différence de niveau des plaines du Gourma par rapport à celles du Borgou. Mais si tous les faits plaident pour la mise en jeu de phénomènes tectoniques, je m'interdis formellement d'interpréter ceux-ci, parce que je considère n'avoir pas recueilli suffisamment de documents sur cette question.

Par contre, les actions tectoniques sont très nettes dans l'intérieur du massif lui-même. On en a vu de nombreux exemples en ce qui concerne les plissements parallèles à la direction générale.

Les dislocations normales à la direction générale des chaînons sont extrêmement nombreuses : cluses du versant nord-oriental,

du W, de Doro. Sur le versant nord-occidental et dans la région Firou-Konkobiri, il y en a également beaucoup, mais leurs parois sont rarement verticales ; elles sont plus souvent recouvertes d'éboulis, de sorte qu'on ne peut en tirer aucune autre conclusion que celle de leur généralité.

On a du reste d'autres preuves de l'abondance de ces dislocations par l'examen des couches de quartzites. On a vu, pour la région du W, que des cassures intéressaient la roche, dont les compartiments avaient légèrement joué. Le fait se répète, à la cluse de Doro notamment ; il est également très appréciable au lac de Konkobiri et en d'autres points encore. Il est rendu plus évident par le plongement constant des assises vers le sud, ce qui n'offre aucun rapport avec l'altitude générale du massif, qui diminue à mesure qu'on s'avance vers le nord.

Il semble donc que l'Atacora ait été non seulement l'objet de plissements parallèles, mais qu'il ait été intéressé par de nombreuses petites failles, ou plutôt de faibles décrochements, à la fois dans la direction longitudinale et transversale.

J'ai établi une comparaison entre l'Atacora et le Jura. Dans l'un et l'autre cas on se trouve en présence d'une région surélevée étendue, allongée et de même orientation, apparaissant limitée de part et d'autre par des plissements et des failles, et intéressée normalement à sa direction d'allongement par des accidents tectoniques nombreux (cluses). L'un des versants (N.W. pour le Jura, S.E. pour l'Atacora) est limité par des chaînons dont la direction est variable, tandis que l'autre versant forme une arête élevée, beaucoup plus abrupte, et dont les différentes parties sont dans le prolongement l'une de l'autre. Dans l'un et l'autre cas enfin, l'allure des dépôts est relativement peu modifiée, les discordances étant toujours très localisées.

Les différences essentielles entre les deux massifs consistent dans la nature des formations, d'une part, et dans l'allure beaucoup plus accidentée du Jura, où l'on constate la présence de plis aigus dont on n'a aucun équivalent dans l'Atacora.

Ces faits étant établis, il est bon de reprendre l'ensemble des observations faites et d'en tirer des idées générales.

Les terrains plissés ou métamorphisés et même les terrains éruptifs des régions parcourues frappent tout d'abord par le parallélisme de leurs alignements : c'est une très bonne démonstration de ce qu'on a appelé le « principe de direction ».

Il est remarquable surtout de constater la continuité des mêmes formations dans le sens de la longueur, alors que les variations de constitution sont multiples dans le sens de la largeur, ce qui vient rendre plus évidente encore la constance de direction de l'effort orogénique. Deux coupes faites normalement à la direction des plissements, l'une passant par Savalou, la seconde par Guéné, montrent en effet à peu près toutes les formations de la colonie (voir carte au $\frac{1}{4.250.000}$).

Le passage de l'une à l'autre de ces formations s'établit, en plan, le plus souvent brusquement. Une des roches cesse suivant un plan vertical méridien et se trouve immédiatement remplacée par une autre. Il n'y a pas pour cela décrochement, mais simplement succession des deux types pétrographiques. Il est probable cependant qu'à la suite d'une étude minutieuse on pourra indiquer plus tard un certain nombre de cassures longitudinales, comme celle marquée par la vallée de l'Agbado qui sert de limite rectiligne entre les gneiss plissés basiques de Savalou et les gneiss granitoïdes ou les granites situés plus à l'est.

Les renseignements fournis sur la partie méridionale des massifs cristallins (entre Paouignan et Savé) montrent que les alignements y sont remarquablement parallèles et surtout qu'il y a là un faisceau extrêmement compact. C'est là qu'a dû être supporté l'effort principal subi latéralement par les formations des pays parcourus.

A la hauteur de Parakou, les roches semblent même avoir subi plutôt un refoulement vers l'ouest, puis, immédiatement après cette localité, la résistance qui les maintenait dans une direction méridienne cessant brusquement, elles ont pu s'étaler en éventail, dévier même sous l'influence de nouveaux efforts. On a comme l'impression qu'il existerait en territoire anglais, à proximité de la frontière et à la hauteur de Parakou, un môle puissant, que les plissements auraient été dans l'obligation de contourner. Et cette

impression se renforce du fait que les rivières prenant naissance à cet endroit ont des directions qui font entre elles un angle droit, ce que la pente du terrain ne paraît pas suffisante à justifier.

Il n'a pas été question jusqu'à présent des pointements éruptifs signalés. Il semble que leur influence a été à peu près nulle au point de vue tectonique. Bien mieux, il semble qu'eux aussi aient subi les mêmes efforts mécaniques que les gneiss, mais seulement dans une plus faible proportion. L'examen optique des roches éruptives (Fita, Abomey), montre qu'elles ont toujours supporté des pressions latérales importantes.

Ces roches ont traversé le revêtement cristallin au milieu duquel elles forment des boutonnières plus ou moins étendues, allongées dans le sens des plissements. Elles ont ainsi emprunté des directions suivant lesquelles les gneiss offraient la moindre résistance, mais sans déterminer un refoulement important de ces derniers, car les plissements ne sont pas beaucoup plus accentués au contact immédiat des deux roches.

Quant aux actions métamorphiques proprement dites, elles sont à peu près nulles sur la roche avoisinante. Dans ces conditions il est tout à fait vraisemblable que les actions latérales subies par les roches éruptives soient, non pas contemporaines de leur individualisation, mais postérieure à celle-ci.

On verra, dans la partie pétrographique, que je considère le gneiss granitoïde comme étant de nature éruptive, on voit qu'il a fallu qu'il ait subi des pressions latérales énormes pour acquérir la structure que nous lui connaissons.

Quelle a été l'amplitude et l'importance des plissements ? Elle a été probablement considérable, mais il est impossible de l'indiquer dès maintenant, puisque toutes les formations ont été rabotées profondément par l'érosion.

Il y a eu vraisemblablement plusieurs séries de plissements à des époques très différentes les unes des autres. Une première série semble avoir intéressé exclusivement les gneiss feuilletés, qui semblent bien les plus anciens en date. Puis des roches éruptives acides se sont individualisées à leur tour, après quoi elles

ont subi aussi des pressions latérales : elles ont ainsi donné naissance aux gneiss granitoïdes.

Un puissant revêtement sédimentaire s'établit alors, du moins en partie, sur ce substratum, sans doute raboté par l'érosion. En même temps, de nouveaux phénomènes dynamiques se produisaient, toujours de même sens. Leur durée dut être fort longue, elle prit fin lors de l'individualisation des grès du Gourma. Au cours de cette époque, les gneiss granitoïdes se trouvaient lardés ou traversés en profondeur par de nouvelles roches éruptives : granites dans le sud, roches basiques dans le nord et, un peu partout, filons de pegmatite (1). Cette période d'activité fut encore marquée à son début par le métamorphisme des dépôts sédimentaires (Atacora, Savalou) ; après quoi elle devient à peu près nulle et n'est plus indiquée, très localement, que par le redressement de quelques assises gréseuses au Gourma.

L'érosion, poursuivant son œuvre, a nivelé de plus en plus toutes ces formations. Après avoir déblayé une grande partie des sédiments, dont les plus résistants seuls ont demeuré (quartzites, grès siliceux), elle a nivelé régulièrement le sous-bassement cristallin, tel que nous le voyons aujourd'hui. Dans le nord seulement, à la faveur d'actions auxquelles l'évolution d'un système hydrographique très particulier (2) n'est certainement pas restée étrangère, de nouvelles formations, continentales, s'établissaient sur le sous-bassement. Enfin au sud, la mer, qui depuis l'individualisation des gneiss paraît n'avoir pas modifié son rivage, s'est retirée peu à peu en laissant les dépôts de la bande côtière.

Lorsqu'on étudie les phénomènes tectoniques au Dahomey, on ne peut s'empêcher de remarquer l'unité de direction des pressions supportées par les diverses formations au cours de leur évolution.

Cette unité me paraît être justement la caractéristique de ce qu'on a appelé un *système*. Celui-ci étant particulièrement bien exprimé, tant au point de vue de la direction que du relief par l'Atacora, après l'individualisation duquel il n'a pas tardé à ces-

1. Ce sont ces roches éruptives que l'érosion a mises à nu depuis.

2. Dont le Niger actuel reste le dernier témoin.

ser, je me propose, en l'absence de renseignements où l'on est en ce qui concerne les régions voisines, de désigner tout au moins provisoirement l'ensemble des plissements des pays parcourus sous le nom de *Système de l'Atacora*.

Actuellement on ne possède pas de renseignements relatifs à la tectonique des pays étrangers voisins du Dahomey. Mais il est cependant certain que les plissements ont pris une ampleur considérable de part et d'autre de la colonie. Il en est de même au nord des pays parcourus, où MM. Gautier et Chudeau les ont signalés. Ils reprennent alors une direction méridienne. Le sommet de la nouvelle courbe ainsi formée serait nécessairement au voisinage du 15° parallèle.

Malgré le grand nombre des observations que j'ai faites et le contrôle rigoureux que j'y ai apporté, je ne me dissimule pas que l'histoire géologique du Dahomey, décrite ainsi à grands traits, laisse une large part à l'hypothèse. Je crois qu'il y avait cependant avantage à synthétiser ici mes observations.

LIVRE TROISIÈME

Minéralogie.

XV

PÉTROGRAPHIE

J'avais tout d'abord l'intention de donner un important développement à la partie pétrographique qui est celle sur laquelle je possède le plus de documents.

Malheureusement pour plusieurs raisons, dont l'une d'elles est le manque de temps, je n'ai pu donner à ce travail l'ampleur qui lui eût convenue. Mais je me réserve de reprendre toutes les questions relatives à la pétrographie du Dahomey et de les discuter plus tard.

ROCHES ÉRUPTIVES

§ 1

FAMILLE DES GRANITES

Les affleurements de granite occupent une surface très limitée par rapport à l'étendue des territoires parcourus. Ils peuvent se présenter sous la forme de filons peu développés injectant les gneiss comme dans la région d'Oumkémé (fleuve Mono); mais le plus souvent ils se manifestent sous la forme de petits massifs elliptiques qui traversent les formations gneissiques, leur plus grand axe coïncidant toujours avec la direction des plissements des roches encaissantes. Comme on l'a vu, ces massifs ont été moins fortement entamés par l'érosion que les gneiss et leur présence se traduit souvent dans la topographie par un relief appréciable.

Les granites rencontrés appartiennent à deux groupes bien distincts. D'une part, les granites calco-alcalins, de beaucoup les plus abondants, ont une composition minéralogique voisine de celle des schistes cristallins encaissants. D'autre part, les granites alcalins, localisés en un seul massif, représentent un type tout à fait exceptionnel pour la colonie.

Parmi les roches de la famille des granites je ne signalerai ici que les types présentant un intérêt minéralogique particulier.

Granites calco-alcalins

GRANITE D'AZOÉ-SOTA (PRÈS D'ABOMEY)

Ce granite, remarquable par sa fraîcheur, peut être considéré comme le type par excellence du granite normal au Dahomey.

Le sommet seul de l'affleurement qu'il constitue — désagrégé en boules — apparaît au milieu de formations détritiques abondantes.

La roche, très claire, à structure granitique normale, est à grain fin, très uniforme.

Les éléments constitutifs, révélés par l'examen microscopique sont, dans l'ordre de leur cristallisation : la biotite, la magnétite, la muscovite, l'oligoclase, le microcline (dominant), l'orthose (rare) et le quartz : ces deux derniers minéraux étant parfois associés pour former de la micropegmatite.

La biotite, très abondante, apparaît seule en petites lamelles de formes nettes.

Le quartz présente des extinctions très légèrement roulantes. Ses cristaux sont souvent un peu corrodés. En outre, au milieu de certains feldspaths, il se montre sous la forme de quartz de corrosion.

GRANITE DE HOGON

La roche dominante dans la petite chaîne qui domine le village de Hogon est un granite porphyroïde de constitution à peu près normale. La seule particularité qu'il offre est celle de sa structure : la biotite, qui accompagne les grands cristaux de feldspaths est postérieure à ceux-ci. Ce détail a son importance parce qu'il marque mieux encore les affinités de cette roche avec les gneiss granitoïdes dont il sera question plus loin. Comme il n'en diffère que par la structure (Pl. XX, 1) avec tous les termes de passages, on est en droit de le considérer comme la roche intacte de la série des gneiss granitoïdes, ce qui permet de montrer que ceux-ci sont bien d'origine éruptive.

Les caractères de sa composition minéralogique, qui sont ceux du gneiss granitoïde à grands cristaux, seront indiqués lors de la description de ceux-ci.

GRANITE DE LAMMA

Cette roche, très altérée, est un granite granulitique de constitution minéralogique banale. Mais elle offre un intérêt particulier

en raison de ses enclaves sphériques abondantes, indiquées déjà lors de la description du massif.

Ces enclaves sont formées par un microgranite dont la couleur foncée est due à la grande abondance de la biotite. Elles renferment un certain nombre de boutonnières de plusieurs millimètres de longueur, riches en éléments blancs et contenant des cristaux relativement volumineux de quartz, d'albite, de sphène, de fluorine violette et d'épidote.

Certains de ces cristaux ont des formes géométriques parfaites. Ainsi la fluorine présente exclusivement les faces a' (111). Pour le sphène, les angles mesurés au goniomètre sont de $136^{\circ}19'$, ce qui correspond aux faces $d^{1/2}$ (111) : l'angle calculé étant de $136^{\circ}12'$.

La pâte de ces enclaves est surtout constituée par la biotite, très répandue, et par de l'orthose (feldspath dominant), de l'oligoclase et du quartz.

Il convient de rapprocher ces enclaves de celles qui ont été antérieurement décrites par M. A. Lacroix au sujet des granites des Pyrénées (1). Le type dont elles se rapprocheraient le plus serait celui du pic de Madres. Elles s'en différencient à la fois par leur aspect, car elles sont toujours rigoureusement sphériques ; par leur distribution dans le massif, où elles sont plus régulièrement réparties et toujours distantes de plusieurs mètres les unes des autres ; enfin par leur constitution minéralogique. En outre, contrairement à ce qui se passe pour les enclaves endopolygènes de l'Ariège, la distinction entre le granite et les enclaves de Lamma est très nette, mais, par une réaction endomorphe, celles-ci sont généralement entourées, à quelques centimètres de leur périphérie, d'une couronne, peu large mais toujours très visible, riche en amphibole, minéral qui fait défaut partout ailleurs dans le granite.

L'altération superficielle de ces enclaves est la même que celle de la roche encaissante, mais en profondeur, le granite paraît se

1. A. Lacroix. *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact* (2^e mémoire), pp. 20 et suivantes. Paris, 1900.

décomposer plus vite, si bien qu'on peut extraire en certains points l'enclave tout entière.

M. A. Lacroix (1) a montré que le granite à enclaves endopolygènes de l'Ariège était une roche de contact du granite normal et d'une bande calcaire. Or le pointement de Lantma est lui aussi une roche de contact, mais avec des gneiss basiques.

Quant au calcaire, je n'en ai pas trouvé au voisinage, mais plusieurs gisements de carbonate de chaux concrétionné existent à 10-15 kil. du village de Lamma. J'ai attribué l'origine de ces calcaires à la présence antérieure de cipolins, ce qui se justifie d'autant mieux que, dans cette région, ceux-ci ont été rencontrés. Il n'est donc pas impossible que le carbonate de chaux ait existé dans cette région. Si cela avait été, on pourrait alors conclure à l'identité d'origine des enclaves endopolygènes de l'Ariège et de celles de Lamma.

GRANITE A AMPHIBOLE

Cette roche représente un type pétrographique particulier, très peu abondant, qui est à rapprocher de certains gneiss granulitiques rencontrés, mais ceux-ci sont caractérisés par une structure rubanée très nette, due sans doute à des actions mécaniques.

Les éléments de ce granite sont la magnétite (automorphe), l'amphibole, l'oligoclase, l'albite, l'orthose, la biotite et le quartz.

L'amphibole, très altérée, est maclée suivant h^1 . La biotite est postérieure aux autres éléments, on y trouve en abondance des produits ferrugineux. Le quartz est assez abondant, il prend parfois l'aspect granulitique et les extinctions roulantes sont rares. On trouve dans cette roche de la micropegmatite.

GRANITE A PYRÔXÈNE

Je n'ai rencontré qu'un seul type de cette roche, sur la route d'Halafia à Coda, où il traverse un affleurement de gneiss assez étendu.

Les éléments constitutants sont l'apatite, la magnétite (abondante), l'augite riche en fer, l'amphibole, le microcline, et le

1. A. Lacroix. *Loc. cit.*

quartz : ce dernier minéral soit à l'état de quartz granulitique, soit en grandes plages postérieures aux autres éléments et à extinctions roulantes.

Cette roche, dont la constitution est déjà très particulière, est pauvre en quartz, ce qui en fait presque une syénite.

GREISEN

J'ai donné aux roches caractéristiques des monts Delcassé le nom de greisen, bien que l'étain, qui accompagne ce type pétrographique, n'ait pas été rencontré dans la région. Ce greisen est essentiellement constitué par de grandes lamelles de muscovite et par du quartz. On y rencontre en abondance, mais d'une façon irrégulière, de la titanomagnétite et de la tourmaline ferrique.

PEGMATITES

Les affleurements de pegmatites, le plus généralement en filons, sont très nombreux au Dahomey. Ces roches ne présentent pas de caractères remarquables. La plupart du temps, les minéraux constituants ont été l'objet d'actions mécaniques considérables, qui se traduisent macroscopiquement par la torsion ou la fracture de certains éléments constituants.

Au microscope, on voit dans certains échantillons les feldspaths brisés normalement à leur allongement, et recimentés par du quartz secondaire. Beaucoup de ces roches affectent la structure « en mortier ».

La composition minéralogique de ces pegmatites est très variable d'un endroit à un autre. L'orthose, le microcline, l'oligoclase-albite, sont les feldspaths dominants. La biotite est également très répandue ; la muscovite est d'ordinaire plus rare. Dans certaines de ces pegmatites, l'amphibole est très abondante (Savalou).

Dans la zone des massifs cristallins, on trouve très souvent de la pegmatite graphique.

GRANULITES

Les termes granulitiques ne sont pas très abondants au Dahomey. Ils ne présentent aucun caractère minéralogique particulier.

ETHNOGRAPHIE.



Courteil (Say).

Femme Mahi (Savalou).

Soumbas (Atacora).

Cliché H. Hubert.
Haoussa (Parakou).

Microgranites calco-alcalins.

Sauf celui qui constitue les collines de Tchagui (ou Segui) les affleurements de microgranite sont très limités au Dahomey. Bien qu'ils ne présentent aucun caractère particulier, je décrirai quelques-uns d'entre eux.

MICROGRANITE DE TCHAGUI

Toutes les roches de Tchagui sont très voisines les unes des autres. Elles sont compactes, formées d'une pâte d'un gris verdâtre au milieu de laquelle apparaissent quelques minéraux blancs.

On peut distinguer deux types différents :

A) Roche formée de phénocristaux noyés au milieu d'une pâte microgranitique.

Les cristaux du premier temps, généralement corrodés, sont : le microcline, très abondant, l'orthose, l'oligoclase-albite et accessoirement la biotite, le zircon et l'épidote.

La pâte est formée de biotite, d'orthose et de quartz, mais dans certains échantillons, elle est remarquablement riche en quartz.

B) Roche dans laquelle les phénocristaux sont très rares, mais où l'on trouve par contre de petites enclaves riches en biotite, avec accessoirement du quartz et de l'épidote.

MICROGRANITE DU LOUTO

Affleurement peu développé dans le lit du Louto.

Roche très voisine d'aspect des roches précédentes.

Les phénocristaux sont constitués surtout par des plagioclases non déterminables par suite de leur altération, et par de la magnétite et de la biotite.

La pâte est très riche en quartz.

Cette roche est remarquable par les nombreux et très beaux sphérolites qu'on y observe.

L'épidote, comme produit secondaire, est très abondante.

MICROGRANITE DE FITA

Se trouve en filons au pied du massif de Fita.

Le premier de ces filons est à environ 500 m. du dernier affleurement de granite à riebekite dont il sera question plus loin.

C'est une roche formée d'une pâte gris clair, où les minéraux blancs visibles à l'œil nu sont rares. Ceux-ci : orthose (souvent faculée d'albite), oligoclase, albite, quartz, ont généralement des formes très nettes. La biotite forme en outre des agrégats assez développés. La pâte, où tous ces minéraux se retrouvent, avec en plus de la biotite, est surtout riche en quartz. Ce dernier minéral, remarquable en raison de ses extinctions roulantes, existe parfois à l'état de quartz vermiculé.

Les phénocristaux sont souvent entourés de micropegmatite.

A quelque distance du gisement précédent, un nouveau filon de microgranite se trouve en contact avec un gneiss granulitique.

La roche, très voisine d'aspect des précédentes, possède des phénocristaux peu volumineux de microcline (dominant) et d'orthose (généralement faculé d'albite) avec un peu d'oligoclase-albite ; enfin du zircon et de la biotite.

La pâte est remarquablement fine. On y rencontre de petites éponges de quartz globulaire et, en abondance, de la biotite.

MICROGRANITE DE DIAPAGA

Le microgranite de Diapaga est intéressant en raison de sa proximité des roches basiques.

Les phénocristaux sont : des plagioclases très altérés, non déterminables, mais à petits angles d'extinction ; de l'orthose et de la magnétite. La pâte contient en outre de la biotite et du quartz. On trouve encore de l'épidote secondaire.

Granites alcalins.

GRANITE DE FITA

Ce type pétrographique est tout à fait exceptionnel dans l'ensemble des formations cristallines du Dahomey. Il constitue, d'une façon exclusive, le massif de Fita décrit précédemment.

La roche dominante de ce massif est à grain moyen, à structure granitique normale ; on y voit à l'œil nu du quartz, des feldspaths d'une couleur blanc jaunâtre et de la riebeckite en petits cristaux ne dépassant pas 5 mm. : ces derniers sont répartis d'une façon très uniforme.

Le feldspath le plus abondant est l'orthose (macles de Carlsbad et de Baveno) très fréquemment faculé d'albite. Il est accompagné de microcline et d'albite. La riebeckite, extrêmement foncée, est souvent maclée suivant h^1 . Il existe en outre quelques paillettes de biotite, du zircon et de l'apatite. L'examen microscopique montre la trace d'actions mécaniques puissantes (structure en mortier, extinctions roulantes du quartz).

J'ai pu constater en plusieurs points que, sur les bords du massif, la roche normale prend un grain très fin ; elle possède alors la même composition minéralogique, mais la riebeckite prend la forme de petites aiguilles ayant une tendance à l'orientation.

Microgranite alcalin.

MICROGRANITE DE FITA

Les filons de microgranite à riebeckite qui traversent le massif précédent ont une largeur ne dépassant pas 0 m. 50. Leur composition varie du centre à la périphérie.

Dans la partie centrale, la roche est caractérisée par la présence de phénocristaux d'orthose, de microcline et de quartz à formes nettes, noyés au milieu d'une pâte d'un gris bleuté. Les autres grands éléments, que le microscope permet seul de reconnaître, sont la magnétite et le zircon. Quant à la pâte, elle est formée par un mélange de quartz, d'albite, de riebeckite et de biotite : cette dernière est plus abondante que dans le granite, tandis que les feldspaths sont plus rares. Il faut noter en outre l'existence de fluorine xénomorphe.

Les salbandes ont une composition variable d'un filon à un autre, correspondant à deux types différents. Dans le premier, les phénocristaux sont très rares ; ceux d'orthose et de quartz, parfois associés pour former une pegmatite graphique, sont toujours très corrodés. La riebeckite n'existe plus dans la pâte, où

le seul élément coloré est la biotite, mais elle tapisse les joints de la roche : elle s'y est formée par pneumatolyse.

Dans le second type, le seul minéral aisément discernable à l'œil nu est la riebeckite, en très fines aiguilles orientées parallèlement à la direction du filon, et déterminant dans la roche un rubanement très net. Les autres grands cristaux sont les mêmes que précédemment, mais le quartz seul est corrodé. La pâte est presque exclusivement quartzreuse.

§ 2

FAMILLE DES DIORITES

Les diorites sont des roches assez peu répandues au Dahomey. Non seulement elles sont assez peu abondantes, mais encore là où on les rencontre, elles sont très localisées. D'autre part, comme elles ont subi presque constamment des actions mécaniques puissantes, il devient presque toujours fort malaisé de les différencier des gneiss.

Ces roches appartiennent à deux types bien différents. Dans le sud de la région des schistes cristallins (Adjarala, Dossouhoué, etc.) elles se présentent (comme les granites d'ailleurs) sous la forme de filons peu développés traversant les gneiss acides. Dans la région septentrionale (Yobiri, Diapaga, etc.) au contraire, elles sont toujours associées à des roches filoniennes franchement basiques (diabases). Dans l'un ou l'autre cas, elles se rapprochent très nettement des roches avec lesquelles elles sont en contact.

Les diorites du premier type sont des roches grenues, généralement à grain moyen, et dont la couleur, d'un gris verdâtre, est due à la présence de l'amphibole, toujours visible à l'œil nu. Ce minéral, toujours dominant, peut englober la plupart des éléments de la roche. Au microscope, il apparaît en grandes plages déchiquetées, souvent maclées suivant h^1 et aux dépens desquelles peuvent s'individualiser, dans les clivages, des cristallites ferrugineux.

Les feldspaths de ces roches sont exclusivement des plagioclases. Les seuls déterminables avec précision sont à rapporter à l'andésine, les autres, à petits angles d'extinction, semblent être de l'oligoclase.

Dans ces diorites, il y a toujours du quartz en abondance, ce qui les rapproche étroitement des roches avec lesquelles elles sont en contact.

En dehors de ces minéraux, dont la présence est constante, on trouve soit du grenat, comme à Adjarala, soit de la biotite, comme à Dossohoué, et des produits secondaires abondants, parmi lesquels il faut citer la zoïzite — passant à la clinozoïzite — (Adjarala) et la chlorite.

Les actions mécaniques subies par ces roches sont considérables. Elles se traduisent surtout au microscope : par le fendillement de certains éléments (comme le grenat, à Adjarala, dont les fragments sont recimentés postérieurement par l'amphibole), par les extinctions constamment roulantes du quartz, par la torsion des feldspaths dont les extinctions sont parfois moirées.

Ces roches sont fréquemment altérées.

Les diorites du second type sont des roches normalement plus foncées que les précédentes, et à grain beaucoup plus fin. Toutes tendent au moins vers la structure ophitique et certaines d'entre elles la possèdent très nettement, ce qui les rapproche beaucoup des diabases.

Du reste, comme toutes les diabases observées, ces roches n'affleurent que sur des étendues très limitées et leur présence à la surface du sol ne se traduit guère que par des amas de boules ellipsoïdales de petites dimensions.

Le meilleur exemple de ce second type de diorite est la roche de Diapaga, où les minéraux constitutifs sont l'apatite, la magnétite, le labrador Ab, An_1 , l'amphibole et, comme produits secondaires, le quartz, l'épidote, et le mica (damourite).

Le feldspath est fréquemment zoné, mais autant que permettent de s'en rendre compte les sections insuffisantes pour effectuer des mesures, la basicité de la partie centrale n'est pas notablement différente de celle de la partie périphérique.

L'amphibole offre dans cette roche la macle polysynthétique suivant h^1 . Dans la structure de la roche, elle joue le rôle du pyroxène des diabases, tandis que le quartz secondaire s'est surtout développé dans les cavités.

Microdiorites.

Roches filoniennes foncées compactes.

Elles correspondent à deux types différents. Celles du premier type sont représentées par la microdiorite micacée de Mocpa, qui traverse le gneiss granitoïde. C'est une roche holocristalline tendant à la structure microlitique. Elle est constituée par de grands cristaux d'oligoclase-andésine, à contour arrondi, au milieu d'un agrégat de microlites d'oligoclase-andésine, de magnétite, d'amphibole verte et de biotite.

Les microlites feldspathiques sont toujours aplatis, et sont groupés fréquemment en gerbes. La biotite est très abondante.

Cette roche entre dans le groupe de la malchite indiqué par M. Rosenbusch (1). Elle se rapproche beaucoup également des lamprophyres.

Les microdiorites du second type sont celles qu'on rencontre dans le Gourma (Namounou notamment). Elles sont associées au contraire à des types basiques. Ce sont des microdiorites quartzifères, roches primitivement microlitiques avec des phénocristaux de plagioclase. Ceux-ci, entièrement décomposés, sont aujourd'hui indéterminables et souvent des agrégats volumineux d'épidote les ont remplacés. Le quartz, secondaire, s'est individualisé en agrégats assez volumineux au milieu de boutonnières.

Les autres minéraux sont la magnétite (souvent automorphe), l'amphibole (maclée suivant h^1), et des produits micacés secondaires.

Ces roches correspondent au type « dioritporphyrit » de la classification de M. Rosenbusch (2).

1. Rosenbusch, *loc. cit.*

2. Rosenbusch, *loc. cit.*

FAMILLE DES GABBROS

Dans la partie méridionale de la région des schistes cristallins, les gabbros forment quelques rares pointements, très limités, comme au voisinage d'Aouamé et dans le massif de Fita. Mais dans la région septentrionale, surtout au nord de l'Atacora, leurs affleurements sont assez nombreux et beaucoup plus étendus.

Tous les types étudiés sont très voisins du gabbro normal ; ils offrent tous ce caractère commun d'être entièrement dépourvus d'olivine. Ils possèdent la structure grenue avec tendance vers la structure ophitique, marquée surtout par l'antériorité du feldspath moulé par le pyroxène.

Le feldspath de tous ces gabbros (possédant les macles de d'albite et du péricline, parfois aussi celle de Carlsbad) est du labrador Ab_1An_1 .

Certaines de ces roches, comme celle de Goroubanda notamment, se rapprochent de certains types de la Guinée, décrits par M. A. Lacroix (1). Elles sont remarquables par l'association normale de deux pyroxènes : hypersthène et diopside ; les grandes plaques du pyroxène orthorhombique, le plus ancien, sont moulées par le pyroxène monoclinique qui les englobe souvent entièrement, ou forment avec elles une sorte de micropegmatite. Dans cette roche, qui se rapproche beaucoup de la diabase, l'hypersthène se transforme fréquemment en bastite. On y trouve également des sphérulites de prehnite et de l'ilménite.

1. A. Lacroix. *Les roches éruptives basiques de la Guinée française*, in Comp. rend. Ac. Sc. CXL, p. 411. Paris, 1903.

Un type assez particulier de gabbro est celui de Fita, où les cristaux de pyroxène, postérieurs aux feldspaths, sont fréquemment entourés d'une couronne de pyroxène et de grenat. La magnétite est abondante dans cette roche.

La roche de Mardaga diffère des précédentes en ce que le pyroxène originel a été complètement ouralitisé (épidiorite).

L'amphibole se présente sous deux aspects. Ou bien elle forme des grandes plages englobant ou moulant les autres éléments ; ou bien elle forme de petits cristaux individualisés, tantôt isolés, tantôt au milieu des grandes plages du même minéral dont ils ne possèdent pas l'orientation, tantôt au milieu des feldspaths. Dans le premier cas, elle correspond très bien au pyroxène originel de la roche (diallage) dont on reconnaît aisément la trace des lamelles par les cristallites ferrugineux qui s'y sont développés. Dans le second cas, elle a dû se produire à la faveur d'actions dynamiques, et ces dernières sont rendues évidentes dans la roche par le fait que les feldspaths ont été brisés puis recimentés par l'amphibole.

Le degré d'altération de ces amphiboles varie d'un point à un autre. Tandis que la partie centrale demeure homogène et à pléochroïsme marqué (mais dans les teintes faibles), la périphérie des cristaux, où les cristallites ferrugineux sont excessivement développés, est beaucoup plus colorée (pléochroïsme passant du vert bleu au jaune brun).

Les autres éléments de cette roche sont la titanomagnétite, le labrador Ab_1An_1 et un peu de quartz secondaire.

Le premier de ces minéraux est intéressant en raison de son abondance, puisqu'il est susceptible de former des amas qui atteignent une quinzaine de mètres de hauteur au-dessus du sol. Ceux-ci sont dus à des sécrétions magmatiques analogues à celles de la Suède (1). On peut suivre dans le massif les passages depuis la roche où le minerai, microscopique, est très rare, jusqu'à la roche presque exclusivement formée de titanomagnétite avec une très faible quantité de chlorite et de quartz secondaires.

Ces amas occupent sensiblement le centre de la région basique

1. R. Beck, *loc. cit.*

Mardaga-Namounou, dont ils ont sans doute contribué à conserver le relief, en raison de leur plus grande résistance à la dénudation.

L'association de la magnétite et de l'oxyde de titane apparaît très irrégulière, car des échantillons, recueillis à une très faible distance les uns des autres, se comportent très différemment vis-à-vis de l'aiguille aimantée. D'autre part, la magnétite a été transformée en grande partie en hématite (martite), caractérisée par sa poussière rouge.

FAMILLE DES DIABASES

Les diabases sont des roches assez répandues dans la partie septentrionale des pays parcourus, notamment au nord de l'Atacora.

Avec la structure ophitique qui leur est spéciale, la plupart d'entre elles présentent cette particularité d'être constituées par de grands éléments ; elles tendent ainsi vers les gabbros. Ce caractère est à noter, parce qu'il est très général, et qu'il donne à ces roches, au Dahoméy, un air de famille contrastant avec celui qu'elles acquièrent dans de nombreuses régions, en Europe ou en Guinée par exemple (1), où elles ont une tendance très nette vers la structure microlitique.

D'ailleurs, d'une manière générale, il n'y a pas de différence marquée entre les gabbros et les diabases. Celles-ci sont des roches ayant cristallisé en masse sans qu'il se soit formé des phénocristaux en profondeur : c'est à quoi est due la structure ophitique, où les feldspaths aplatis sont caractéristiques. Les gabbros, au contraire, ont cristallisé lentement, et ont ainsi acquis la structure grenue (feldspaths arrondis). Mais on voit tout de suite que la division ne saurait être précise : sur les bords d'un massif gabbroïque, la roche peut acquérir la structure ophitique, de même les filons de diabase peuvent au centre acquérir l'aspect du gabbro.

Dans le Gourma et sur le Niger, la différence entre les deux roches paraît être moins tranchée que partout ailleurs, et les con-

1. A. Lacroix, *loc. cit.*

ditions de gisement de ces types pétrographiques ne permettent souvent pas, quant à présent, d'établir rigoureusement auquel des deux il faut rapporter de préférence les affleurements rencontrés, parce qu'en général ceux-ci ne sont visibles que sur des surfaces extrêmement limitées. En tout cas, la roche nettement en filons paraît être très peu répandue. De plus il est bon de noter que, sur le Niger notamment, les affleurements de ces roches sont extrêmement voisins les uns des autres.

Ces diabases sont presque toujours en relation avec des roches cristallines acides (granites ou gneiss) au milieu desquelles on les rencontre.

Je distinguerai trois types de diabases.

- a) Type à grands éléments.
- b) Type à deux temps de cristallisation.
- c) Type ayant subi des actions mécaniques.

a) Les meilleurs exemples du premier type sont ceux de la région d'Yondé, où pour des gisements voisins, ils se présentent sous trois aspects différents. La roche d'Yondé est constituée par de grands feldspaths (labrador $Ab_1 An_1$) englobés dans de très grandes plages de pyroxène (diabase). Par la dimension de ses éléments, c'est un gabbro. Cette roche a bien l'aspect de la partie centrale d'un filon de diabase à grain fin ayant subi une cristallisation lente. On y rencontre de la micropegmatite.

Un autre échantillon diffère du précédent par la présence de deux pyroxènes : hyperstène et augite ; le premier au centre nourri par le second (1). Le pyroxène s'ouratilisise fréquemment : les cristaux non altérés et ceux d'amphibole se pénétrant fréquemment. Le minéral de la périphérie (amphibole) apparaît souvent maclé.

Les minéraux essentiels d'une autre diabase de ce type sont le labrador, l'andésine, le diopside et l'amphibole. La particularité de cette roche réside dans l'irrégularité avec laquelle elle présente la structure ophitique. On trouve en effet des parties possédant la structure grenue. En outre, les cristaux de diopside sont souvent

1. Ce caractère est encore un nouvel argument permettant de rapprocher les diabases et les gabbros.

en grains isolés et indépendants au milieu de l'amphibole, de sorte qu'on est en droit de penser qu'une partie de celle-ci ne provient pas de l'ouralisation du pyroxène, mais est d'origine primaire.

Ces roches mettent bien en évidence, comme on le voit, le passage des diabases aux gabbros.

b) Les roches du second type sont beaucoup plus rares. Les seules que j'ai étudiées au microscope sont en contact avec des roches éruptives acides ; elles sont nettement filoniennes.

Parmi elles, je citerai la diabase de la montagne de Tchagui. Dans ces roches, les minéraux du premier temps sont des grands feldspaths (andésine) quant à ceux du second temps, il n'est pas possible d'en connaître la nature, car ils ont été remplacés par de la biotite et de l'amphibole secondaires. C'est, si l'on veut, une andésite micacée. Elle correspond à la diabasporphyrite de la classification de M. Rosenbusch (1).

La diabase de Karma est également une roche à deux temps de cristallisation, mais ceux-ci sont moins accentués que dans le cas précédent. Les phénocristaux sont constitués par de l'andésine zonée ; ils sont corrodés et à contours arrondis. Les microlites sont formés par du labrador $Ab_1 An_1$. Cette diabase est également très altérée : l'augite y est complètement transformée en calcite. En outre, dans la roche se sont individualisées de petites boutonnières remplies de calcite et de quartz secondaires, ce dernier minéral possédant constamment des extinctions roulantes.

c) Les roches du troisième type ont dû être à l'origine très voisines des diabases normales. Mais les actions mécaniques qu'elles ont subies sont telles qu'elles méritent d'être considérées à part.

Certaines d'entre elles présentent cet intérêt de tendre vers des roches schisteuses, si bien qu'on peut réunir un ensemble d'échantillons qui présentent tous les termes de passage depuis la diabase ayant subi des actions mécaniques faibles jusqu'aux schistes amphiboliques. Et cette constatation a une signification importante en raison de l'abondance de ces schistes parmi les types pétrographiques rencontrés.

1. Rosenbusch, *loc. cit.*

Ainsi dans la diabase de Tamou, le pyroxène a été transformé presque complètement en amphibole, et celle-ci a subi des actions dynamiques puissantes, mais la roche a néanmoins très bien conservé tous ses caractères typiques.

Par contre, dans l'échantillon recueilli à Dambou-Salanda, l'amphibole, résultant de l'altération totale de pyroxène, possède la macle polysynthétique h_1 . Elle se transforme même souvent en amphibole fibreuse déformée ; de sorte que la roche, affectée tout entière par la structure cataclastique, marque un passage très net vers les roches vertes (schistes amphiboliques).

Les types de Mardaga et de Bamondi sont encore plus voisins des schistes amphiboliques, mais leur nature originelle demeure cependant discernable.

Dans toutes ces roches un certain nombre de produits secondaires (épidote, zoïzite, quartz) se sont développés.

ROCHES MÉTAMORPHIQUES

A l'heure actuelle la question des schistes cristallins est ouverte. D'une façon générale, on désigne sous le nom de *gneiss* des roches ayant la constitution minéralogique du granite, mais en différant par leur texture rubanée.

Ce nom est donc appliqué soit à des roches éruptives qui ont subi de puissantes actions dynamiques, soit à des sédiments transformés au contact de roches éruptives, soit aux roches de première consolidation de l'écorce terrestre.

Actuellement les éléments font défaut pour distinguer les uns des autres ces trois types de gneiss, et au Dahomey plus que partout ailleurs. Aussi me bornerai-je, au cours de cette description sommaire, à appeler gneiss toutes roches possédant la constitution minéralogique des granites, mais dont la nature éruptive ne peut-être démontrée, sans émettre aucune opinion relativement à leur genèse. A la fin de ce chapitre je me contenterai seulement de formuler quelques hypothèses dans les cas particuliers.

Les divisions que j'introduis entre les divers types de gneiss reposent sur des considérations de structure et surtout de constitution minéralogique, sans me préoccuper du mode de gisement ou de la composition chimique.

A côté des gneiss, j'ai fait une place à part aux micaschistes, qui en diffèrent par l'absence souvent complète du feldspath.

Aux gneiss d'une part, aux micaschistes, de l'autre, j'ai rattaché les schistes micacés et les micaschistes feldspathiques. Ces types pétrographiques sont assez rares au Dahomey.

GNEISS ACIDES

GNEISS GRANITOÏDES

Cette roche est, de toutes celles rencontrées au Dahomey, la plus répandue, puisqu'elle occupe presque toute la surface de la pénéeplaine entre Zagnanado et Zougou. Elle est caractérisée par la présence de grands feldspaths, allongés suivant l'axe vertical, pouvant atteindre plusieurs centimètres de longueur et à contour généralement arrondi. Ceux-ci sont englobés par des agrégats où domine la biotite, disposée suivant des plans grossièrement parallèles (Pl. XX, 2).

La structure rubanée est très nette sur des échantillons suffisamment volumineux. Elle devient remarquable sur les affleurements ; les éléments étant orientés dans une même direction rectiligne, parfois sur 100 ou 200 kilomètres de longueur. Elle s'exagère d'une façon très appréciable au contact d'autres roches, comme cela est facile de s'en rendre compte, notamment à proximité du massif de Fita.

Les actions dynamiques exercées sur ce type pétrographique sont remarquables ; car elles ont déterminé tous les passages depuis la roche grenue, non rubanée, qui est un véritable granite porphyroïde (Pl. XX, 1) jusqu'au gneiss ceillé caractérisé par la présence de quelques grands feldspaths (1) arrondis, noyés au milieu d'une pâte grenue, foncée, très schisteuse (Pl. XX, 4) qui, au microscope, apparaît comme une véritable « purée »

1. Certains gneiss granitoïdes ne sont pas à grands éléments ; ils sont rares au Dahomey.

d'éléments réduits en fragments de faibles dimensions. Les minéraux secondaires sont alors très abondants.

Ces actions mécaniques se traduisent encore, en dehors de l'aspect extérieur des roches, par leur structure cataclastique et les extinctions roulantes de leurs quartz.

Ces gneiss sont constitués par de l'orthose, faculé d'albite, ou imprégné d'éléments secondaires (micas), par du microcline, de l'oligoclase-albite, de la biotite (celle-ci postérieure aux feldspaths) et du quartz. Les minéraux accessoires (apatite, zircon, etc.) sont exceptionnels.

Par le fait même qu'on trouve tous les passages entre le granite et le gneiss granitoïde à grands feldspaths, il semble bien qu'on soit fondé à considérer celui-ci comme une roche éruptive pressée et à l'assimiler aux « orthogneiss » (1).

GNEISS GRANULITIQUES

Ces gneiss sont abondamment répartis sur l'étendue de nos possessions, surtout au sud de l'Atacora, mais ils ne forment pas des affleurements très étendus.

Ils se distinguent des gneiss granitoïdes précédents par la tendance très nette du quartz à s'individualiser au lieu de former des plages irrégulières. Ils sont à éléments moyens ou fins et forment souvent des enclaves au milieu des gneiss granitoïdes à grands feldspaths. Comme dans ces derniers, la biotite est postérieure aux feldspaths.

D'après leurs caractères microscopiques, on peut distinguer plusieurs types.

1^{er} Type. — Roches très voisines des granites, dont elles ont, à l'œil nu, les caractères extérieurs. Elles n'en diffèrent que par leur aspect sur le terrain, qui permet d'en faire un groupe indépendant.

Les feldspaths de ces roches sont l'orthose, l'oligoclase-albite, et d'une façon non constante, le microcline.

Le quartz, dont on a vu le caractère structurel, a toujours des extinctions roulantes. On le rencontre aussi à l'état de quartz de corrosion.

1. Rosenbusch, *loc. cit.*, p. 484.

Parmi les minéraux accessoires, il faut signaler la magnétite, le zircon, le grenat (assez développé dans certains échantillons), le sphène, la tourmaline et l'épidote.

Au microscope, les actions dynamiques subies par ces gneiss apparaissent très faibles. Dans quelques échantillons seulement elles se traduisent par une légère orientation de lamelles de biotite.

2^e Type. — Le second type ne diffère guère du précédent par sa constitution minéralogique, mais il a subi des actions dynamiques puissantes. A l'œil nu ces roches n'apparaissent pas comme différentes des granites. Un bon exemple de ce type est représenté par le gneiss granulitique de l'Alibory, sur la route de Kandi à Banikoara. Les minéraux y sont fréquemment déformés. La muscovite y forme de grandes plages déchiquetées, moulant les autres éléments, et la biotite y apparaît en petites baguettes allongées, orientées parallèlement. Le quartz, qui a conservé la structure granulitique, présente des extinctions constamment roulantes.

Parfois les actions mécaniques se manifestent encore par la torsion des feldspaths et par la présence d'une couronne de cristaux de quartz brisés et recimentés autour des feldspaths (Sahouamé).

Parmi les roches de ce type, certaines ont une constitution minéralogique particulière, comme, par exemple, celle du col au-dessus de Coutago (Monts de Savalou), où le sphène, très pléochroïque, est très abondant et forme de grandes plages allongées orientées dans le sens du rubanement de la roche.

3^e Type. — Le troisième type diffère des précédents par sa structure. Il apparaît en effet formé de bandes alternatives riches en éléments blancs et en éléments colorés où les deux facteurs extrêmes sont la biotite et le quartz.

Sur une roche de ce genre, rencontrée sur la route Savalou-Lamma, le rubanement est déterminé à la fois par des bandes à structure grenue, où la biotite et le quartz dominent alternativement, et par des bandes à structure microgrenue, où les éléments apparaissent arrondis au milieu d'une pâte microgrenue riche en biotite. Dans toute la roche, de grands cristaux d'amphibole englobent du quartz de corrosion. Le seul feldspath observé est l'oligoclase-albite.

4^e *Type*. — Enfin un quatrième type est constitué par une roche rubanée analogue à la précédente, mais ayant subi des actions mécaniques puissantes.

Un bon exemple de ce type est le gneiss granulitique qui constitue les hauteurs en face Toura (Niger). Il présente en outre une constitution minéralogique particulière. Les bandes riches en éléments colorés sont constituées par des grains de quartz arrondis entourés d'amphibole souvent décomposée, pléochroïque dans les teintes allant du vert bleu (n_g) au jaune paille (n_p).

Les bandes riches en éléments blancs sont formées de grands feldspaths non déterminables avec précision (sans doute oligoclase-albite) et de grandes plages de quartz, étirées dans le sens du rubanement de la roche et possédant des extinctions roulantes.

Les autres éléments sont : le rutile, entouré d'une gaine d'ilménite et de sphène, et des produits micacés secondaires abondants.

LEPTYNITES

Il n'y a pas lieu de faire un groupe à part pour les gneiss granulitiques pauvres en mica — et dans lesquels le grenat est assez largement réparti — qui ne sont que des variétés peu abondantes des types précédents.

GNEISS NORMAUX OU FEUILLETÉS

Ces gneiss, également très abondants, sont caractérisés par la présence de lits parallèles, de feuillets successifs, les uns riches en éléments blancs (feldspath et quartz), les autres riches en éléments colorés (biotite). Aucun d'eux ne présente des minéraux différents de ceux des gneiss granulitiques. Ils s'en distinguent nettement par l'aspect du quartz, toujours postérieur aux autres éléments et les moulant régulièrement. Ils offrent généralement la structure cataclastique et les actions dynamiques y sont toujours très manifestes.

L'amphibole, la magnétite, l'apatite, l'épidote sont rares dans ces roches. Je n'y ai point observé de sphène.

GNEISS PASSANT AUX QUARTZITES

Parmi ces gneiss feuilletés il s'en rencontre fréquemment dont le rubanement très net ne se manifeste pas par la présence de lits continus d'éléments colorés, mais où la biotite forme seulement des traînées régulières, mais peu étendues.

Ces roches, généralement très claires, affleurent dans la région Savalou-Djaloucou. Vues au microscope, elles apparaissent formées de petits lits successifs de biotite et de quartz, au milieu desquels sont quelques grands cristaux arrondis de feldspath (microcline surtout). Le quartz, qui est de beaucoup le minéral le plus abondant, se présente sous la forme de grains nourris comme dans les quartzites. Mais je continue cependant à regarder la roche comme un gneiss parce qu'elle en possède bien, dans certaines parties, la constitution normale, et que, sur le terrain, elle ne se distingue souvent pas des gneiss feuilletés (1).

GNEISS ACIDES A PYROXÈNE

Parmi les échantillons étudiés au microscope, se rencontrent des types assez particuliers de gneiss acides, où le quartz existe à l'état de quartz granulitique et où le pyroxène est abondant.

L'association de ce gneiss avec le gneiss granulitique normal se présente sur les bords de l'Alibory. C'est une roche d'un gris jaunâtre, à grain assez fin, légèrement rubanée. Les minéraux constitutants sont : la pyrite, l'augite, l'amphibole (déchiquetée), le quartz, l'oligoclase-albite, la biotite et l'épidote.

C'est un gneiss analogue qui est la roche caractéristique des monts de Savalou. Celle-ci est compacte, à grain fin, d'un gris foncé, et passe à un type à plus grands éléments.

Outre l'augite, elle contient de la biotite, des feldspaths, du quartz, du sphène et de l'épidote.

La biotite est tantôt xénomorphe et ancienne, tantôt postérieure aux feldspaths autour desquels ses lamelles sont disposées.

1. Dans la description géologique, je n'ai souvent pas fait de distinction entre ces gneiss et les autres, car il n'est en général pas possible de les différencier sur le terrain.

Les feldspaths sont : l'orthose et l'oligoclase-albite, celui-ci ayant ses éléments fréquemment tordus.

Le quartz n'existe pas seulement à l'état granulitique, mais il se présente encore en grandes plages déchiquetées, à extinctions roulantes, et moulant les autres éléments. Quant au sphène, très abondant, il existe, soit à l'état de petits cristaux automorphes, au milieu des feldspaths, soit à l'état de plages déchiquetées, généralement associées à la biotite.

Au milieu des gneiss acides à pyroxène de Savalou, le gneiss acide de Coutago, à amphibole et pyroxène, marque un accident intéressant. Il présente deux types différents de cristaux. Ceux du premier type, très volumineux, sont le pyroxène (diallage), l'amphibole (peu abondante), le microcline, l'orthose, l'oligoclase-albite et le quartz (parfois granulitique). Certains agrégats de ces éléments du premier temps sont étirés suivant des directions parallèles.

Les cristaux du second type forment une sorte de pâte à éléments très fins; ce sont : l'amphibole, très abondante, le quartz globulaire et, accessoirement, le rutile.

Il est à remarquer que ces roches, de constitution minéralogique exceptionnelle, ne forment jamais à elles seules des affleurements très étendus, mais qu'elles se présentent au contraire associées à des types extrêmement variés. La région de l'Alibory — dans la partie considérée — et les monts de Savalou sont en effet formés de types très différents dont il sera bien difficile de préciser les limites sur le terrain dans un travail de détail.

GNEISS GRANITOÏDES A AMPHIBOLE

Les gneiss granitoïdes à amphibole, qui forment presque tous les affleurements de la région de Baffo, sont très voisins du gneiss granitoïde à biotite si répandu au Dahomey. Ils renferment d'ailleurs toujours de la biotite, mais celle-ci, en quantité variable, est généralement subordonnée à l'amphibole.

Parmi les minéraux contenus dans ce gneiss, j'ai déjà signalé le sphène, en cristaux macroscopiques ayant des formes nettes.

GNEISS BASIQUES

GNEISS AMPHIBOLIQUES

Les gneiss amphiboliques apparaissent d'une façon irrégulière dans toute la colonie où ils occupent d'ordinaire des espaces assez limités. Au nord de l'Atacora seulement ils sont largement répandus, notamment dans l'Yanga. Ils appartiennent à un certain nombre de types nettement différents les uns des autres.

1^{er} Type. — Les gneiss amphiboliques du premier type sont des roches d'un gris foncé, rubanées, où l'amphibole est toujours visible à l'œil nu. Elles sont caractérisées par l'abondance du quartz, la présence de plagioclases acides (oligoclase-albite), de biotite et d'amphibole. On y trouve encore de l'apatite et quelquefois de l'orthose.

Les actions dynamiques s'y manifestent d'une façon très nette : extinctions roulantes du quartz, parfois des feldspaths, torsions des plagioclases, qui peuvent même être brisés et recimentés.

De même que pour les gneiss granitoïdes où l'on a vu le passage des roches rubanées aux roches écrasées, on voit aussi, pour ce type de gneiss amphibolique notamment, le passage de la roche aux éléments orientés (Pl. XX, 5) (et où l'intensité des actions dynamiques est très variable sur un même échantillon) au type où quelques cristaux de feldspath et d'amphibole demeurent seuls visibles à l'œil nu, au milieu d'une pâte grenue formée de lits parallèles (Pl. XX, 3),

L'amphibole apparaît dans ces roches sous forme de grands cristaux déchiquetés, parfois tordus, souvent maclés suivant h^1

(macle polysynthétique dans le gneiss de l'Ouémé). Elle est pléochroïque soit dans les teintes vertes (Ouémé), soit dans les teintes brunes (Agbado).

Les affleurements de ces roches forment d'ordinaire des dalles très localisées au milieu d'affleurements de constitution différente. La roche est toujours très fraîche.

2^e *Type*. — Au contraire, les gneiss du second type sont toujours altérés et il est souvent très malaisé de les reconnaître au microscope. Ce sont des roches d'un gris verdâtre, caractérisées par la faible quantité de quartz qu'ils contiennent, par la présence de plagioclases à grands angles d'extinction (les seuls déterminables avec certitude correspondent au labrador $Ab_1 An_1$). La biotite est très rare, sinon exceptionnelle, tandis que l'amphibole est très abondante et généralement exclusive. On trouve encore dans cette roche des produits secondaires nombreux (épidote, calcite, produits micacés).

Dans tous ces types pétrographiques, le quartz apparaît comme un minéral secondaire. Ou bien il remplit quelques rares interstices entre les minéraux plus anciens ; ou bien il forme de petites éponges (quartz globulaire), très localisées. L'amphibole est toujours très développée ; elle est normalement déchiquetée et offre la macle polysynthétique h^1 .

Ces roches ont toujours subi des actions mécaniques puissantes, du même ordre que celles indiquées précédemment. Au microscope, leurs éléments apparaissent toujours nettement orientés.

3^e *Type*. — Les gneiss du troisième type sont les homologues des gneiss à biotite passant aux quartzites. Ils sont formés de lits parallèles, les uns presque exclusivement constitués par des grains de quartz identiques à ceux des quartzites, les autres par de la magnétite, de l'amphibole, des feldspaths à petits angles d'extinction, mais toujours indéterminables ; et, en outre, mais dans certains échantillons seulement, de la biotite, de la muscovite, du grenat et de l'épidote.

La biotite et l'amphibole sont généralement, quant à la quantité, en rapport opposé. Leurs cristaux, peu volumineux, sont alignés parallèlement à la schistosité de la roche, dont ils déter-

minent le rubanement. Dans les échantillons observés, l'amphibole est pléochroïque dans les verts bleus.

Ces roches semblent très peu abondantes dans les territoires parcourus. Je ne les ai rencontrées que dans la région Mardaga-Bizougou (Gourma).

GNEISS AMPHIBOLIQUES ET PYROXÉNIQUES

Ces roches, très intéressantes, sont exceptionnelles au Dahomey, où elles sont localisées dans deux régions différentes : celle de Tchaourou-Caboua et celle située à l'est de Djougou.

Les affleurements de ces roches, qui paraissent assez abondants dans les deux régions précitées, sont toujours très limités, souvent quelques mètres seulement. On les trouve toujours intercalés au milieu de gneiss granitoïdes ou granulitiques.

J'ai été assez heureux pour rencontrer en place, entre Caboua et Gogoro, la roche qui m'apparaît comme la forme intacte de ces gneiss. Elle est grenue, d'un gris verdâtre. Les éléments constitutants sont : l'apatite, la magnétite, le zircon, le pyroxène, l'amphibole, le feldspath, la biotite et le quartz. Le pyroxène est soit le diopside, soit une augite pauvre en fer. L'amphibole épigénise souvent le pyroxène ou bien existe pour elle-même. Dans ce dernier cas, elle forme de grandes plages englobant le feldspath et le quartz. Le feldspath, qui présente à la fois les macles de l'albite et de Carlsbad, correspond à un labrador Ab_1An_1 . La biotite, comme l'amphibole, forme de grandes plages englobant les éléments blancs. Quant au quartz il est en partie de première formation, car on le retrouve à l'état de quartz granulitique au milieu des feldspaths. Il existe également à l'état de minéral postérieur, comme dans les granites.

La constitution minéralogique de cette roche, très particulière, la rapprocherait assez des norites quartzifères.

C'est un type qui existe fréquemment au contact du granite.

Les roches gneissiques voisines, rencontrées dans la région, à Tchaourou et à Yahoui notamment, sont foncées, à grain fin, et on n'y distingue à l'œil nu que du pyroxène et du grenat. Elles

ont beaucoup l'aspect des élogites. Elles sont caractérisées essentiellement par la présence de plagioclases basiques (labrador Ab_1An_1 à labrador Ab_3An_1), de pyroxène, de grenat, d'amphibole, de magnétite et, d'une façon non constante, de quartz.

Le pyroxène a toujours existé, mais il peut être remplacé en partie et même en totalité par l'amphibole. Quant à ce dernier minéral, il forme souvent de grandes plages isolées dans la roche ; mais il est surtout remarquable par les belles couronnes kélyphitiques qu'il forme autour des cristaux de grenat.

La magnétite est toujours xénomorphe. En outre, des produits ferrugineux abondants se sont développés au milieu de l'amphibole et ont adopté ainsi soit une structure micropegmatique, soit une structure kélyphitique.

Très comparables à ces dernières roches sont celles qui sont réparties, également en affleurements très limités, à l'est et à l'ouest de Bérifoungou.

Celles rencontrées entre Djougou et Bérifoungou sont très voisines des gneiss de Tchaourou et Yahoui. On y trouve en outre un peu de sphène. Le pyroxène n'y est pas très développé.

Quant aux roches qui affleurent entre Bérifoungou et Tébou, elles ont l'aspect typique d'élogites. Elles sont caractérisées par l'absence de feldspath ; le pyroxène y a été complètement transformé en amphibole. Ce dernier minéral, très abondant, forme des kélyphites autour des cristaux de grenat. Il est également associé au quartz, qui s'y trouve inclus et y forme de fines vermiculisations.

Le quartz se présente également autour des cristaux de grenat, en un grand nombre de petites aiguilles disposées radialement de manière à former des couronnes.

Enfin, on trouve encore dans cette roche de la pyrite (automorphe) et du rutile, assez abondant, avec parfois la macle en cœur [suivant $a^{1/3}$ (301)].

Par leur constitution minéralogique et pour leur mode de gisement, ces gneiss basiques se rapprochent beaucoup des gneiss de l'Inde, décrits par M. A. Lacroix (1).

1. A. Lacroix. *Contribution à l'étude des gneiss à pyroxène...* p. 222 et suiv.

Mais je n'ai pas rencontré les termes de passage vers les gneiss acides dont ils se distinguent toujours nettement. Il semblerait au contraire qu'on se trouve en présence d'un type pétrographique particulier, dont la forme originelle — éruptive — serait la roche de Caboua, et qui, par des phénomènes de métamorphisme régional, donnerait naissance aux autres types, à la manière des gabbros qui, par un processus très analogue, donnent naissance aux éclogites. En même temps qu'il convient d'insister sur la composition minéralogique exceptionnelle de ces roches et sur leur rareté au Dahomey, il y aurait intérêt à rechercher de nouveaux gisements, dans le but d'en établir la genèse.

GNEISS A SCAPOLITE

Je n'ai rencontré des gneiss à scapolite qu'à la traversée de la rivière Zompa, sur la route de Savalou à Djaloucou. Ils s'y présentent en strates peu épais, redressés verticalement et orientés Nm — S. Il est vraisemblable que cette formation se prolonge assez loin au nord et au sud de l'affleurement observé.

Les minéraux de la roche, parmi lesquels l'amphibole et quelques éléments blancs sont seuls faciles à discerner à l'œil nu, sont disposés suivant des plans parallèles.

L'examen microscopique permet de reconnaître l'apatite (automorphe), le zircon, la magnétite, l'amphibole, la scapolite, la biotite, les plagioclases et le quartz.

La magnétite, en plages déchiquetées, étirées dans le sens de l'orientation des éléments, est souvent associée à la biotite. Celle-ci, très abondante, apparaît en petites lamelles groupées en traînées autour des éléments blancs.

La scapolite se présente en petits grains arrondis ou en plages irrégulières. Les clivages prismatiques sont toujours nets ; on remarque — exceptionnellement — des inclusions opaques parallèles à l'axe du cristal, comme dans les roches du Waldviertel.

L'amphibole est abondante. Ses grandes plages contiennent parfois des cristaux arrondis de quartz ou de feldspath. Son pléochroïsme a lieu dans les teintes variant du vert brun au jaune brun pâle.

Les plagioclases sont : 1° l'oligoclase $Ab_3 An_1$, remarquable par ses macles souvent tordues, ses extinctions souvent roulantes, et ses cristaux souvent brisés ; 2° le labrador $Ab_1 An_1$, non intéressé au contraire par les actions mécaniques de la roche. Ce dernier feldspath est peu abondant.

Le quartz, riche en inclusions, présente des extinctions roulantes.

La structure cataclastique est très marquée dans cette roche.

Jusqu'à présent on n'a signalé en Afrique que deux gisements de gneiss à scapolite : celui du pays des Hereros (1) et celui du pays de Massaï (2). La roche du Dahomey, très voisine de celle du pays de Massaï, puisqu'elle contient à la fois de l'oligoclase et du labrador, est à rapprocher du type du Waldviertel (Basse-Autriche) (3).

Le gneiss à scapolite de la rivière Zompa est associé à une roche dont tous les caractères sont très voisins, mais où la scapolite fait défaut.

AMPHIBOLITES

Je comprends sous la dénomination d'amphibolites les roches où l'amphibole est, sinon exclusive, du moins dominante.

Les principaux gisements, peu étendus, sont dans l'Yanga, le Gourma et le Borgou.

Les roches de l'Yanga et du Gourma sont remarquables par le développement des cristaux d'amphibole : ceux-ci, à Couentchengou notamment, atteignent plusieurs centimètres de longueur. Elles contiennent parfois un peu de feldspath, altéré et non déterminable, et du quartz.

Dans le Borgou, la plupart des amphibolites paraissent décomposées. Ce sont elles qui, très vraisemblablement, donnent naissance aux talcschistes abondants à Kidaroupérou et dans la région de Kogabo.

1. H. Wulf, *loc. cit.*

2. O. Mügge, *loc. cit.*

3. F. Becke, *loc. cit.*

1. 2. 3. A. Lacroix. *Contribution à l'étude des gneiss à pyroxène et des roches à wernérite*, pp. 69-77, 88-96. Paris, 1889.

La roche originelle paraît très voisine des amphibolites de l'Alibory, associées aux gneiss à amphibole et pyroxène, auxquelles elle passe par l'addition de feldspath et de quartz.

Ces amphibolites sont formées d'éléments allongés parallèlement, et ayant subi des actions mécaniques puissantes.

L'amphibole, de beaucoup le minéral dominant, apparaît en grandes plages déchiquetées englobant des cristaux d'apatite et de biotite.

On trouve encore dans cette roche un peu d'augite, et, comme produits secondaires, de l'épidote, assez abondante, et des cristallites ferrugineux développés dans les clivages de l'amphibole.

PYROXÉNITES

Les seules roches susceptibles d'être comprises sous cette dénomination sont celles que j'ai rencontrées sur la route de Kandi à Banikoara, à proximité du premier de ces villages. Leur gisement est peu éloigné de celui des gneiss à pyroxène de Kandi avec lesquels elles présentent des termes de passage.

Ce sont des roches vertes, à grain fin, avec, parmi les minéraux visibles à l'œil nu, de grands cristaux d'amphibole.

Le minéral caractéristique de ces roches est l'augite, riche en fer, dont les cristaux, souvent automorphes, sont moulés par l'amphibole. Celle-ci se présente surtout en grandes plages découpées, à pléochroïsme faible (vert pâle au jaune brunâtre presque incolore). Exceptionnellement les cristaux d'amphibole ont, eux aussi, des formes géométriques nettes.

J'applique à ce type pétrographique la dénomination de pyroxénite amphibolique.

SCHISTES MÉTAMORPHIQUES

SCHISTES AMPHIBOLIQUES

J'ai déjà dit quelques mots au sujet de ces schistes lorsque je me suis occupé des diabases, auxquelles il faut les rapporter. Mais il semble qu'en raison de l'intensité des actions mécaniques supportées par ces roches, il est préférable d'en faire un groupe à part.

Il est bon simplement d'indiquer que tous les termes de passage peuvent se rencontrer entre les diabases et les schistes amphiboliques que je décris.

Ceux-ci se rencontrent en filons au milieu de types cristallins : gneiss granitoïdes, gneiss plissés, pegmatites (route de Thoun à Houétan, route de Tindangou à Pama). Ce sont des roches microlitiques dont les éléments constitutants sont les plagioclases (andésine ou labrador Ab_1An_1), l'amphibole, la magnétite et, comme minéraux secondaires, en plages assez étendues, la zoïzite, la chlorite, la calcite.

Les plagioclases — et souvent l'amphibole — affectent des formes nettes, mais aussi ce dernier minéral moule les premiers, affectant ainsi la structure ophitique. L'amphibole, dont le pléochroïsme est très faible, est maclée suivant h^1 dans la roche Thoun-Houétan. Elle provient toujours de l'ouralisation de pyroxène existant primitivement. Tous ces caractères montrent bien que ces roches étaient originellement des diabases.

À côté de ce type pétrographique, et dans le même groupe, il convient de placer les roches rencontrées sur la route Savalou-

Djaloucou, au passage du Zou, lesquelles représentent également la transformation d'un type éruptif.

A l'œil nu, ces roches apparaissent formées par de grands feldspaths arrondis, noyés au milieu d'une pâte d'un gris foncé. Les éléments constitutants sont la pyrite, l'amphibole, le sphène, la biotite, l'oligoclase, l'albite, l'épidote et le quartz (rare). Les produits secondaires sont très abondants au milieu d'éléments anciens. La structure cataclastique est marquée au plus haut point dans cette roche : parmi les éléments un peu volumineux, les feldspaths, l'amphibole et l'épidote ont été brisés par l'écrasement, puis l'amphibole et l'albite ont recristallisé.

SCHISTES MICACÉS ET FELDSPATHISÉS

Les roches que je désigne sous ce nom se présentent, au milieu du gneiss granitoïde à grands éléments, sous la forme de bandes rectilignes étroites (souvent moins d'un mètre) et ne dépassant généralement pas quelques dizaines de mètres de longueur. Elles sont toujours à grain fin et de couleur très foncée. Elles correspondent aux roches que M. Michel Lévy a décrites sous le nom de schistes micacés feldspathiques (1), aux leptynolites de Cordier et de M. A. Lacroix ; elles représentent certainement des lambeaux de formations sédimentaires, métamorphisées au contact des types éruptifs (2).

Au métamorphisme de contact, qui a atteint une intensité remarquable, sont venues se superposer des actions dynamiques très puissantes. Ces caractères font de ces roches des types très analogues à certains de ceux qui se rencontrent sur la rive gauche de l'Oriège, et dont M. A. Lacroix (3) a donné autrefois la description.

Les actions dynamiques auxquelles ces roches ont été soumi-

1. Michel Lévy. *Sur les schistes micacés des environs de Saint Léon (Allier)* in Bull. Soc. géol. Fr. 3^e série, IX, p. 181 et suiv. Paris, 1881.

2. Bien que la nature originellement sédimentaire ne soit pas douteuse, il est bon de rappeler ici que les assises sédimentaires intactes ne se rencontrent nulle part dans la région.

3. A. Lacroix. *Le granite des Pyrénées et ses phénomènes de contact* (1^{er} Mémoire) in Bull. Carte géol. n. 64, p. 278. Paris, 1898.

ses, après leur métamorphisme de contact, sont telles qu'il est parfois impossible d'établir quelle pouvait être la nature de la roche originelle.

A l'œil nu, on ne distingue dans ces types pétrographiques, très schisteux, que de la biotite. Au microscope, on voit qu'ils sont constitués par de l'apatite, de l'oligoclase-albite, de l'orthose, de la biotite et du quartz. Certains d'entre eux présentent en outre : les uns, de la magnétite, de l'amphibole et de la micropegmatite ; les autres, de l'ilménite et du sphène (celui-ci pouvant être soit automorphe, soit secondaire). On peut encore y trouver, comme produits secondaires, de l'épidote et de la calcite.

Dans toutes ces roches la biotite est remarquablement abondante. Les lamelles de ce minéral, constamment orientées, entourent souvent les autres éléments. On peut cependant en trouver englobées dans les feldspaths.

Le quartz est, après la biotite, le minéral le plus répandu.

La structure cataclastique atteint dans ces roches une importance remarquable.

Les schistes micacés de l'Agbado, que je fais rentrer dans le même groupe que les précédents, en sont cependant différents. Ils ne représentent pas des enclaves limitées comme ceux-ci, mais affleurent sur des étendues assez appréciables. En outre une composition minéralogique particulière les caractérise. L'orthose a disparu presque complètement ; par contre, les feldspaths basiques (labrador $Ab_1 An_1$) se présentent en petits grains arrondis, ayant subi des actions dynamiques puissantes (extinction roulantes). Ils sont noyés dans une pâte dont tous les éléments sont alignés parallèlement, et où la biotite domine. On trouve encore un peu de magnétite et du quartz, celui-ci étant rare.

Les schistes de l'Agbado marquent donc un terme basique, surtout lorsqu'on les compare aux précédents. Il paraît évident qu'ils représentent, eux aussi, des formations sédimentaires modifiées par le métamorphisme de contact.

§ 8

MICASCHISTES

MICASCHISTES NORMAUX

Ainsi qu'on l'a vu au cours de la description géologique, les micaschistes sont surtout développés dans l'Atacora et les régions voisines (Djougou). Le type rencontré dans toute cette partie de la colonie est essentiellement constitué par de la muscovite et du quartz : celui-ci en cristaux souvent développés.

D'une façon constante, ces roches ont subi des actions mécaniques considérables, comme en témoigne l'allure sinueuse des traînées de mica et les phénomènes de torsion des cristaux de quartz, souvent arrondis.

Ces micaschistes sont généralement riches en minéraux, notamment en tourmaline, grenat, magnétite et hématite.

J'ai signalé également, au sommet de la montagne de Firou, des micaschistes à disthène.

MICASCHISTES FELDSPATHIQUES

Roches schisteuses, à grain fin, qui sont intermédiaires entre les quartzites et les micaschistes, lesquels sont d'ailleurs très fréquemment associés. J'ai cru devoir en faire un groupe à part que je range après les micaschistes.

Au microscope, ces roches apparaissent formées de lits parallèles, les unes presque exclusivement constituées par du quartz (extinctions roulantes) et offrant l'aspect des quartzites, les autres riches en biotite à lamelles microscopiques orientées parallèlement. On trouve également dans ces roches de l'apatite, de la

magnétite, des feldspaths souvent tordus (oligoclase-albite), et parfois de l'épidote et de la calcite ; enfin, dans les lits riches en quartz, de la muscovite.

QUARTZITES

QUARTZITES NORMAUX

Parmi les quartzites rencontrés, les plus abondants sont ceux qui forment la plus grande partie des roches de l'Atacora. Ils sont essentiellement constitués par des petits grains de quartz nourri pouvant présenter des extinctions roulantes. On y trouve toujours, mais en quantité variable, des cristaux (le plus souvent microscopiques) de muscovite, soit en petites lamelles, soit disposés en agrégats, et de la tourmaline noire, dont les éléments ont généralement une forme nette et peuvent quelquefois atteindre de très grandes dimensions. En outre, la muscovite peut devenir très abondante, si bien qu'on a alors tous les passages entre les quartzites et les micaschistes, ces deux roches étant d'ailleurs constamment associées dans l'Atacora.

QUARTZITES FELDSPATHIQUES

J'ai signalé précédemment le cas des gneiss passant aux quartzites. Mais il peut arriver aussi que dans la région des schistes cristallins, on se trouve en présence de roches presque exclusivement constituées par du quartz, avec très peu de feldspath et de mica. Ces roches, dont il convient de faire de véritables quartzites, n'affleurent jamais que sur des espaces très limités. Elles représentent de petites enclaves au milieu du gneiss granitoïde à grands éléments.

QUARTZITES A DIOPSIDE

Ces roches forment un banc peu épais qui limite au sud-ouest le gisement de cipolin de la rivière Zon. Elles sont compactes,

d'un gris foncé, traversées de filonnets quartzeux. Au microscope elles se montrent formées de grains de quartz très laminés avec des cristaux de diopside généralement altéré. On remarque encore dans cette roche des petites veines de calcaire à diopside qui sont identiques au cipolin du même gisement, mais avec en plus de l'épidote.

La composition minéralogique de cette roche montre qu'on se trouve en présence d'un ancien calcaire siliceux métamorphisé.

CIPOLINS

Les cipolins n'apparaissent qu'à la rivière Zon, où se trouve un gisement de forme elliptique (100 mètres de long sur 45 mètres de large) allongé parallèlement à la direction du ruisseau.

La roche est compacte, d'un blanc jaunâtre, avec de petites zones sinueuses marquées soit par des colorations différentes (gris bleu notamment), soit par la mise en relief d'éléments silicatés, résistant mieux aux actions atmosphériques. Ces éléments sont entièrement dépourvus de fer et ne se distinguent pas à première vue de la calcite. Ils consistent, en effet, en diopside d'un blanc laiteux, souvent même incolore, et en forstérite, également de couleur très claire.

La calcite présente la macle polysynthétique b' ($01\bar{1}2$), très développée dans ce type pétrographique. Le diopside, qui peut exister en petits cristaux indépendants à la surface de la roche, ne présente pas d'ordinaire de caractères particuliers ; mais on trouve cependant de petits cristaux de ce minéral offrant la macle polysynthétique suivant h' et étant en outre presque constamment tordus. Le périclase est en petits cristaux arrondis, généralement brisés suivant des cassures curvilignes.

Le calcaire a été souvent débité par les actions atmosphériques en rognons isolés plus ou moins volumineux. Les minéraux de la roche sont alors notablement altérés. Le diopside et la forstérite surtout sont alors transformés en antigorite. Quelquefois aussi le pyroxène se décompose en donnant naissance à du carbonate, moins cristallin que celui qui constitue normalement la roche.

Le cipolin de la rivière Zon est remarquable par sa composi-

tion minéralogique. Le mode d'altération du diopside est à rapporter de celui observé dans la dolomie de Montville (New-Jersey), dont le gisement est typique à cet égard (1).

1. P. Merrill, *loc. cit.*

ROCHES CLASTIQUES

§ 11

GRES

A la suite des roches d'origine sédimentaire ayant subi des actions métamorphiques, il semble indispensable de faire une place aux grès à ciment siliceux qui se trouvent au contact ou à proximité de roches cristallines et qui présentent un aspect très particulier les rapprochant beaucoup des quartzites. C'est notamment le cas pour les grès de Kirtachi, pour ceux situés entre Konkobiri et Logobou (à la source et au passage de la Pendjari, près du gîte d'étape) et pour ceux de Tamou.

L'examen microscopique montre que ces roches ont une partie de leur ciment cristallisé à la manière de celui des quartzites et que les grains anciens se sont plus ou moins nourris. A ce point de vue, le grès de Kirtachi est très voisin d'un quartzite et il est souvent malaisé de le différencier. Le grès de Tamou au contraire n'a qu'exceptionnellement son ciment cristallisé.

La nature des éléments anciens varie d'une roche à l'autre. Au gîte d'étapes de la Pendjari, ce sont, outre le quartz, le microcline, l'oligoclase albite et l'amphibole. Ailleurs on trouve surtout de la muscovite.

Les grès de Kirtachi et ceux de la source près de Konkobiri sont en outre sillonnés de veinules de quartz.

Dans la partie relative à la géologie descriptive, j'ai désigné sous le nom de grès vitrifiés dans le Gourma et dans le Borgou des roches très voisines d'aspect des précédentes. Mais leur ciment n'est pas cristallisé et leur détermination est facile au microscope.

§ 12

RÉSUMÉ ET CONCLUSIONS

La description des roches rencontrées au Dahomey montre que les types éruptifs n'offrent pas une grande variété. Les termes de la série acide sont en somme très dominants et parmi ceux de la série basique quelques types assez communs sont seuls représentés.

Les roches microlitiques sont très rares ; elles ne marquent en somme que des accidents exceptionnels, très localisés.

Les points les plus intéressants à retenir sont : pour la famille des granites, l'existence d'un type remarquable, celui de Fita, et la présence du granite à enclaves de Lamma. Il est à noter que la plupart des roches granitiques signalées ont subi des actions dynamiques puissantes.

Parmi les roches basiques, on remarquera que les diorites ne sont pas représentées par des types francs, mais par des roches offrant de grandes affinités avec les termes voisins, dont elles apparaissent en quelque sorte comme des accidents.

Quant aux gabbros et aux diabases, ils forment une série continue dont on retrouve les différents stades notamment dans la région de Mardaga. Le type de gabbro à olivine n'a pas été rencontré. Quant aux diabases, j'ai cru devoir les répartir en trois groupes différents dont le premier marque la continuité de la famille des gabbros ; le second est caractérisé par l'existence de deux temps de cristallisation ; enfin le troisième est marqué par les termes de passage vers des schistes cristallins basiques.

La série métamorphique qui, dans cette partie de l'Afrique, a

pris une extension considérable, offre, relativement, une plus grande variété que la série éruptive.

Le premier caractère commun à toutes ces roches est l'intensité des actions dynamiques qu'elles ont subies. Ce caractère est très important, il a modifié si complètement la structure originelle de certains types qu'il a fallu leur faire une place à part dans la nomenclature.

L'exemple le plus frappant est celui du gneiss granitoïde. Il semble, en effet, que la seule cause qui ait fait de cette roche un type particulier différent du granite porphyroïde est le métamorphisme dynamique. Cette conclusion résulte des faits suivants :

1^o On trouve tous les termes de passage depuis le granite porphyroïde (Hogon) jusqu'au gneiss oillé ayant subi le maximum de trituration (Dassas-Zoumé) sans aucun changement notable dans la constitution minéralogique.

2^o Tous les termes de cette série se trouvent en continuité sur le terrain.

3^o Au contact avec les massifs éruptifs postérieurs, où les actions dynamiques sont plus développées, il n'y a pas de modifications dans la constitution minéralogique.

La première de ces raisons m'a en outre servi d'argument pour ranger ces gneiss parmi les roches éruptives (orthogneiss de M. Rosenbusch). Cette manière de voir reçoit encore une confirmation par ce fait que les gneiss granitoïdes occupent, sans variation de constitution, une surface considérable (en latitude ils s'étendent sur plus de 300 kilomètres, en longitude ils dépassent les limites de la colonie) et qu'ils contiennent des enclaves, assez nombreuses, de roches schisteuses d'origine nettement sédimentaire. Malgré leur caractère de roches éruptives, il y a cependant lieu, au moins pour le moment, de les distinguer des roches qu'au cours de la description géologique j'ai désignées comme granites, lesquelles ont une structure bien différente et qui leur sont nettement postérieures (1).

De même que dans les roches acides on trouve toute une série

1. Le gneiss granitoïde à amphibole de Baffo, est évidemment à rapporter, lui aussi, au type éruptif.

continue qui va du granite normal au gneiss le plus écrasé, on possède également dans la série basique des schistes cristallins (schistes amphiboliques) qui se rattachent étroitement aux diabases — exceptionnellement aux diorites — dont elles dérivent. On a ainsi notamment une série très intéressante dont les termes principaux sont : gabbro, diabase ayant subi des actions mécaniques, schiste amphibolique, tous d'origine éruptive.

Je range également parmi les roches d'origine éruptive les gneiss amphiboliques et pyroxéniques dont la forme intacte a été rencontrée à Caboua.

En dehors de ces roches, il est évident que certains gneiss granulitiques, probablement ceux du premier et du second type, sont d'origine éruptive. Il en est de même de certains gneiss amphiboliques : ceux de la région de Mardaga, notamment.

En ce qui concerne les gneiss acides à pyroxène, je n'ai aucun élément — résultant soit de l'étude sur le terrain, soit de l'examen microscopique —, permettant de me faire une opinion.

Quant aux autres roches métamorphiques signalées, je leur attribue une origine sédimentaire. Leurs caractères minéralogiques particuliers sont dus à des phénomènes de contact de l'ordre de ceux si bien mis en évidence par M. Michel Lévy (1).

Cette opinion est à la fois basée sur la constitution minéralogique, sur la structure, et aussi sur ce fait que toutes ces roches occupent des surfaces très limitées et varient de constitution d'un point à un autre.

Les gneiss plissés ou feuilletés paraissent les plus anciens. Il est fort possible qu'ils correspondent à l'archéen, ce terme étant pris ici comme synonyme de formation sédimentaire la plus ancienne.

Les gneiss à scapolite, les gneiss (granulitiques ou non) passant aux quartzites, certains gneiss amphiboliques, les schistes micacés feldspathisés sont aussi, sans aucun doute, d'origine sédimentaire.

1. Michel Lévy. — *Sur les schistes micacés des environs de St-Léon (Allier)* in Bull. Soc. Géol. Fr. 3^e série, IX, p. 181 et suiv. Paris, 1881. — *Contribution à l'étude du granite de Flamenville et des granites français en general* in Bull. des services de la carte géol. de la France n^o 36, V, pp. 18 et suiv. Paris, 1893.

Mais étant données les conditions dans lesquelles ils se présentent sur le terrain, il n'est pas possible d'émettre une opinion sur leur âge probable. Il faut, au moins provisoirement, les ranger parmi les types de la série *y*.

Toutes les roches dont il vient d'être question immédiatement correspondent donc à ce que M. Rosenbusch a qualifié de *paragneiss*.

Quant aux micaschistes, aux quartzites, aux cipolins et aux grès métamorphiques, d'une manière générale, on est en droit d'admettre que leur ordre de superposition est celui-là même de leur énumération.

Les différences qui ont été introduites entre les divers termes pétrographiques, et qui étaient indispensables pour la description, ne sont pas toujours très nettes. On a vu que plusieurs séries étaient caractérisées par la continuité remarquable des différents termes. Mais on trouve aussi des stades de passage entre deux séries voisines dont les types caractéristiques sont cependant très distincts. Cette particularité, jointe aux modifications apportées aux roches originelles par les actions dynamiques, vient encore compliquer l'étude de la pétrographie des régions parcourues. La difficulté d'accès de territoires très vastes sera, pendant longtemps encore, un nouvel obstacle au développement rapide de nos connaissances dans cet ordre de recherches scientifiques.

XVI

MINÉRALOGIE PROPREMENT DITE

§ 1

LES ESPÈCES MINÉRALES RECUEILLIES

Parmi les espèces minérales recueillies, je citerai les suivantes :

Corps simples. — Le soufre (S) à Adjaha.

Sulfure. — La pyrite (Fe S^2) dans les roches, mais assez abondante dans la région de Djougou, à Konkobiri et sur les bords de l'Alibory.

Oxydes. — Le quartz hyalin (SiO^2) dans l'Atacora et à Kirtachi ;

Le jaspe dans l'Atacora et Kirtachi ;

La calcédoine à Kirtachi et à Carimana ;

L'agate à Kirtachi ;

Le silex à Kirtachi ;

Le rutile (Ti O^2) à Djougou et dans l'Atacora ;

La magnétite ($\text{Fe}^3 \text{ O}^4$) à Carnotville, dans l'Atacora, à Mardaga ;

La titanomagnétite à Carnotville, à Mardaga, etc. ;

L'hématite ($\text{Fe}^2 \text{ O}^3$) notamment à Firou, Dossouhoué, etc ;

La limonite ($2 \text{ Fe}^2 \text{ O}^3, 3 \text{ H}^2 \text{ O}$) remarquablement abondante dans tout le pays.

La bauxite ($x \text{ Al}^2 \text{ O}^3, y \text{ Fe}^2 \text{ O}^3, 2 \text{ H}^2 \text{ O}$) à Gaya, Kogabo, etc (1).

1. Les formules indiquées sont purement théoriques. Elles ne sont données qu'à titre d'indication, d'autant plus que la composition chimique de certains minéraux, comme les grenats notamment, varie d'un échantillon à l'autre.

Silicates. — La tourmaline noire ($x \text{ Al}^3 \text{ O}^3$, $y (\text{Fe O}) (\text{Na}^2 \text{ O})$) à Djougou, dans l'Atacora, à Saoré, Diguidirou, Carnotville, etc.

Les grenats grossulaire ($\text{Al}^2 \text{ O}^3$, 3SiO^2 , 3CaO) et almandin ($\text{Al}^2 \text{ O}^3$, 3SiO^2 , 3FeO) à Savé, Bessaroupérou, Djaloucou, Sahouamé, etc.

La muscovite ($\text{K}^2 \text{ H}^4 \text{ Al}^6 \text{ Si}^6 \text{ O}^{24}$) dans les régions de Tchaourou et de Djougou.

Le kaolin ($\text{Al}^2 \text{ O}^3$, 2SiO^2 , $2\text{H}^2 \text{ O}$) à Say, Djougou, Youri, etc.

Le disthène ($\text{Al}^2 \text{ SiO}^3$) dans l'Atacora.

Le diopside [$\text{Ca} (\text{Fe}, \text{Mg}) \text{Si}^2 \text{ O}^6$] à la rivière Zon.

Carbonate. — La calcite (Ca CO^3) en cristaux à faces courbes ou en aiguilles dans les calcaires de la Lama ; — calcaires cristallins à la rivière Zon ; — variétés impures dans la Lama ; — nodules particulièrement cristallins dans le Gourma, le Borgou, etc.

Phosphate. — L'apatite [$(\text{C}^3 \text{ P}^3 \text{ O}^{12} (\text{F} \text{ Cl}))$] impure et mélangée au carbonate de chaux à la rivière Sazué.

Azotate. — Le natronitre (NaAzO^3) à Youri.

J'ai déjà signalé ces espèces au fur et à mesure de la description géologique. Je me bornerai à ajouter quelques mots sur certaines d'entre elles.

Pyrite. — La pyrite se rencontre quelquefois au milieu des filons de quartz, mais le plus souvent dans les gneiss, les amphibolites ou les diabases. Elle ne se présente en cristaux géométriques que dans un très petit nombre de cas, notamment dans les gneiss à amphibole de la rivière située entre Djougou et Bérifoungou, et dans les amphibolites de l'Alibory. Je n'ai rencontré que les faces p (100) et $1/2 b^2 [\pi (210)]$.

Quartz hyalin. — Se présente généralement en petits filons formés de cristaux bipyramidés. A Kirtachi, j'ai recueilli des géodes avec des cristaux assez volumineux, et, non en place, mais au voisinage de son gisement, un cristal de 10 centimètres de longueur. Les seules faces rencontrées sont les plus communes : p ($10\bar{1}1$) (1), (100) (2) ρ^2 , ($10\bar{1}0$) ($2\bar{1}\bar{1}$) $\rho^{1/2}$ ($01\bar{1}1$) ($22\bar{1}$), x ($3\bar{1}6\bar{1}$), ($4\bar{1}\bar{2}$).

1. Notation de Bravais.

2. Notation de Miller.

Rutile. — Le rutile est très abondant dans la région comprise entre Tébou, Djougou et Konkobiri, où je l'ai recueilli en de nombreux endroits. Il se trouve toujours en cristaux épars à la surface du sol ; exceptionnellement j'en ai rencontré inclus dans du quartz filonien, au gisement situé entre Bareï et Djougou, à 2 kilom. $1/2$ de ce dernier village. C'est en ce point que j'ai observé les plus beaux échantillons ; ils atteignent 4 cm. de longueur dans leur plus grande dimension. En général leurs angles sont émoussés par frottement ; cependant quelques-uns ont conservé des formes nettes et montrent les faces m (110) h^1 (100) et toute une série de faces de la zone verticale mh^1 . La macle suivant a^1 (101) (en genou) est fréquente. Elle se répète sur plusieurs individus accolés sur « un cristal plus gros possédant l'orientation d'un des éléments de la macle » (1).

Tous ces caractères rapprochent beaucoup ce type de rutile de celui de Saint-Yrieix-la-Perche (Haute-Vienne) décrit par M. A. Lacroix (2). Ce minéral existait surtout dans le gneiss aujourd'hui décomposé de la région, ainsi que l'attestent les inclusions de quartz et de mica que les cristaux de rutile ont enchassé pendant leur formation.

Magnétite. — Les cristaux de magnétite que j'ai recueillis, surtout nombreux dans l'Atacora, ne présentent pas de formes géométriques. Ils sont d'ailleurs épars sur le sol et notablement usés par le frottement.

J'ai indiqué précédemment les conditions de gisement de la titanomagnétite de Mardaga et j'ai montré les caractères pétrographiques de la roche originelle. La titanomagnétite est due à une sécrétion magmatique. Mais l'altération de la roche permet la séparation de la magnétite qui s'isole mécaniquement au pied des pentes en un sable noir souvent très abondant. Souvent aussi la magnétite se transforme en hématite. Il y a donc à la fois dans ce gisement : sécrétion magmatite, souvent aussi concentration par altération superficielle et en outre alluvionnement sur place.

1. A. Lacroix, *Minéralogie de la France et de ses colonies*, III, 1^{er} fas., p. 200.

2. A. Lacroix, *loc. cit.*

L'importance de ce gisement est assez considérable : les blocs de minerai occupent la base de la colline, sur une douzaine de mètres de hauteur au-dessus du sol (Fig. 46).

Hématite. — Le minerai de Firou se présente sous la forme d'hématite écaillée ; les cristaux sont peu volumineux et toujours dépourvus de faces géométriques. On retrouve superficiellement en plusieurs points de l'Atacora des formations analogues, mais, en bien des cas, l'hématite s'est altérée pour donner naissance à de la limonite. Ce minéral existe aussi fréquemment en couches plus ou moins développées au milieu des quartzites.

Limonite. — Toujours sous la forme terreuse, parfois irisée (Mossitingou) ; concrétionnée à Goroubanda.

Tourmaline. — La tourmaline noire ne se trouve que dans les roches et, dans la région Djougou-Konkobiri, souvent à la surface du sol. Les cristaux ont des formes remarquablement nettes dans les tourmalinites de Djougou et des monts d'Ouénoubérou, mais ne présentent aucun intérêt particulier. Les cristaux de tourmaline sont presque toujours tordus et brisés dans les micaschistes de l'Atacora.

Grenats. — Toujours comme éléments des roches. Le grossulaire à Savé, en dodécaèdres rhomboïdaux, atteint plusieurs centimètres de longueur. Dans un grand nombre de rivières (Agbado, Alibory, rivières descendant de l'Atacora, environs de Kidarou-pérou), l'almandin est très abondant au milieu des sables.

Muscovite. — Se rencontre dans les pegmatites où les éléments atteignent 7 centim. à Djougou et dans la région de Tchaourou.

Kaolin. — Remarquablement pur à Say.

LES PRODUITS MINÉRAUX EXPLOITÉS

Les produits minéraux exploités par les indigènes sont encore peu nombreux (Carte, fig. 48). Je m'en occuperai brièvement.

Granite et gneiss. — Les roches cristallines sont utilisées dans le pays tout entier comme meules. Dans beaucoup d'endroits, les villages étant construits sur la roche même, les femmes indigènes vont y écraser le maïs et le mil.

La roche est creusée peu à peu en forme d'auges, voisines les unes des autres, qui sont abandonnées dès qu'elles atteignent une certaine profondeur.

Mais en d'autres points, les indigènes transportent dans leur village des blocs de 20 à 30 kilogr., qui leur servent de meules dormantes. Ce sont le plus souvent des blocs éboulés dont on se sert tels quels.

Il y a cependant deux points où l'on procède à une véritable exploitation : à Azoé-Sota (granite) près d'Abomey, et un peu à l'est de Tan (gneiss) dans la région de Zagnanado. Les boules de la roche sont débitées par le feu, puis taillées par des artisans qui leur donnent une forme convenable. Une meule de 25 kilogr. vaut en moyenne 5 francs à Tan.

Les roches cristallines ont été utilisées également pour les travaux d'art du chemin de fer. En plusieurs points (Ouissi, bords de l'Ouémé, etc.) on a exploité des carrières assez vastes.

Argiles. — Les formations argileuses ont été l'objet d'utilisations diverses.

Dans quelques pays, on se sert du kaolin pour le blanchiment des murs et pour leur ornementation.

Les argiles fines et grasses sont employées dans presque tout le pays pour la fabrication des jarres. Les femmes, qui généralement sont occupées à cette industrie, acquièrent une habileté surprenante, elles fabriquent des ustensiles d'une régularité parfaite bien que ne se servant jamais de tour. Les jarres, d'une contenance de 15 à 20 litres en moyenne, sont faites en plusieurs pièces, qui, après dessiccation sont jointes pour la cuisson.

Au sud de l'Atacora les cases indigènes sont construites en terre plus ou moins argileuse (1), sauf au voisinage même des lagunes. Dans le sud, la *terre de barre* est particulièrement avantageuse pour les constructions.

Enfin, en plusieurs points on a utilisé l'argile pour la fabrication des briques. Une installation européenne a même été faite à Nazoumé où l'on utilise la vase argileuse de l'Aho, déversoir du lac Ahé.

Limonite. — De la limonite contenue dans le conglomérat ferrugineux les indigènes extraient du fer.

Ils recueillent le plus souvent le minerai à la surface. Cependant les Soumbas creusent dans l'argile superficielle des trous à 3 mètres de profondeur, au fond desquels ils trouvent le minerai en rognons. Souvent les puits sont réunis par de petites galeries.

Le mode de traitement varie suivant les localités. Dans le Gourma, à Zougou et dans la région de Segbana, on suit la méthode catalane, en employant pour cela des petits fourneaux cylindriques.

Dans l'Atacora cette méthode est encore la seule suivie, mais avec cette particularité que les procédés mécaniques des hauts fourneaux y ont été appliqués.

L'appareil en usage chez les Soumbas a environ 2 m. 50 de hauteur. Il est formé de deux troncs de cône en terre réfractaire. En bas sont deux trous disposés latéralement, destinés à favoriser l'entrée de l'air et, entre eux, un trou de coulée fermé par un bouchon d'argile. Il n'y a pas de tuyère, l'appareil étant construit

1. Dans le Gourma et le pays de Say, les cases sont presque toujours construites en paille.



Fig. 48. — Produits minéraux, etc.

d'une façon suffisamment ingénieuse pour qu'on puisse se passer de l'air sous pression.

Pour obtenir le fer, on commence par mettre dans le fourneau une certaine quantité de charbon de bois, qu'on allume, comme dans les fours catalans. Mais au lieu de se contenter d'ajouter ensuite tout d'un coup une faible quantité de minerai concassé et de charbon, on fait des lits successifs de l'une et de l'autre de ces deux matières, comme pour les hauts fourneaux, et l'on continue à charger jusqu'à la fin de l'opération, qui dure plusieurs jours.

Cette méthode n'est pas particulière aux habitants de l'Atacora. Elle est en usage, avec des appareils identiques, à 2 ou 300 kilom. plus au nord (1).

Le traitement du minerai de fer, aujourd'hui localisé dans quelques points de la colonie, était autrefois plus répandu. Mais il a été abandonné dans la partie méridionale où les indigènes ont pu se procurer, dans des conditions beaucoup plus avantageuses, des produits d'origine européenne.

Grès. — Les grès compacts du plateau des Adjias sont utilisés pour faire des meules qu'on vend toutes taillées au marché de Bopa.

Les grès ferrugineux du plateau de Dogba ont été utilisés pour la construction de maisons européennes; ceux de Sakété pour les travaux de la voie ferrée.

Quartzites. — Les quartzites de la rivière Lomo sont exploités par les indigènes pour la fabrication des meules.

Calcaires. — Les calcaires de la Lama ont été employés comme ballast de la voie ferrée. Ils seraient susceptibles de donner de la chaux d'excellente qualité.

Jaspe. — Le jaspe rouge de Kirtachi est utilisé, dans le Sokoto surtout, pour faire des bijoux indigènes.

Le gisement de Kirtachi est à proximité du fleuve (Fig. 49). La roche caractéristique est un grès grossier, passant au conglomérat (avec des galets volumineux, 20 cm. et des enclaves de plaques de quartzite très développées); on rencontre

1. Je n'ai pas cru devoir donner ici une photographie de ces appareils, car plusieurs ont déjà été publiées.

également des bandes minces d'argile rouge. L'ensemble est très fréquemment métamorphisé : les grès passant aux quart-

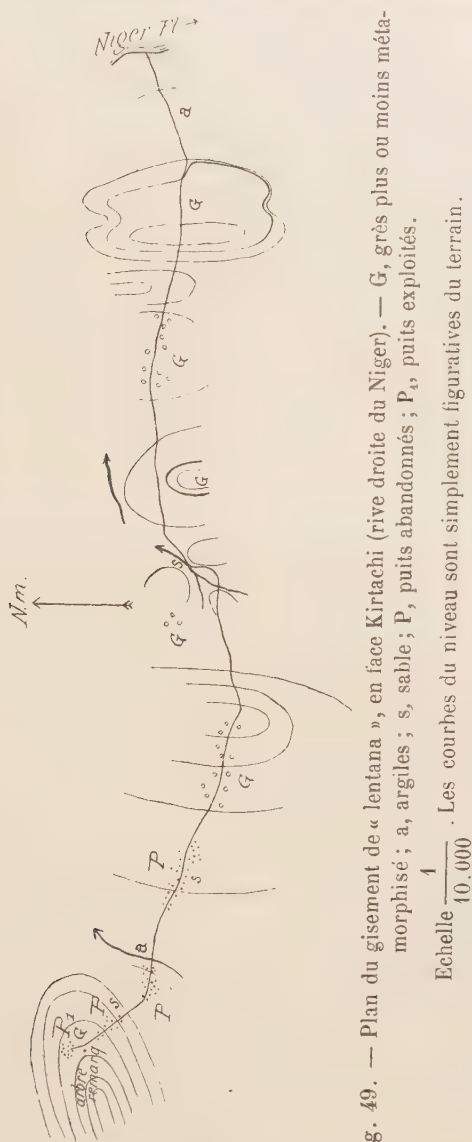


Fig. 49. — Plan du gisement de « lentana », en face Kirtachi (rive droite du Niger). — G, grès plus ou moins métamorphisé ; a, argiles ; s, sable ; P, puits abandonnés ; P₁, puits exploités.

Echelle $\frac{1}{10.000}$. Les courbes du niveau sont simplement figuratives du terrain.

zites, l'argile rouge au jaspe. Le quartz et ses variétés sont abondants dans cette région : quartz hyalin bipyramidé, agate zonée, calcédoine, silex, jaspe. C'est ce dernier minéral seul qui est

recherché : il n'a de valeur aux yeux des noirs que s'il possède une certaine coloration très homogène. Aussi les indigènes laissent-ils volontiers les gros blocs pour ne recueillir que les petits fragments inclus, en profondeur, au milieu de la roche entièrement décomposée.

Pour atteindre la partie facilement exploitable, on a creusé des puits : sortes d'escaliers à vis aux marches très élevées, avec, dans le bas, de petites galeries où l'on ne peut avancer qu'en rampant. Je suis descendu dans le plus profond de ces puits dont les « marches » ont respectivement les hauteurs suivantes :

1 ^{re} marche		2 m.	} hauteurs mesurées avec une corde éta- lonnée.
2 ^e	—	3 m. 40	
3 ^e	—	3 m. 40	
4 ^e	—	3 m. 40	
5 ^e	—	4 m.	
6 ^e	—	1 m. 60	
7 ^e	—	4 m. 20	
8 ^e	—	1 m. 60	
9 ^e	—	4 m.	
soit en tout		27 m. 60	

On arrive à peu près à la limite qu'il est possible d'atteindre, car à partir du dernier niveau, l'eau suinte d'une façon notable et on n'a pas les moyens d'épuiser les galeries.

Les éléments rencontrés dans ce puits sont les suivants :

6. Terre superficielle, riche en sable rouge, 0 m. 20.
5. Grès ou conglomérat passant au quartzite, 2 m.
4. Roche noirâtre décomposée et indéterminable, avec filonnets quartzeux (6 à 7 m.).
3. Roche quartzeuse jaunâtre (6 m.).
2. Roche argileuse grisâtre (0 m. 80) (infiltrations d'eau à ce niveau).
1. Argile grise dans laquelle est noyé le jaspé rouge avec partie noirâtre d'un côté et argile jaune de l'autre. Ce jaspé se trouve en morceaux ne dépassant jamais 20 cm. Tous ces fragments seraient disposés suivant une même direction Nm — 55° — W (?) et de manière que la partie noirâtre soit toujours du même côté.

On trouve encore à ce niveau du silex noir et, à la partie infé-

rière, les « lentana », fragments de jaspé rouge sanguin qui font seuls l'objet de l'exploitation.

Le travail, dans les galeries, où la chaleur est très élevée, est extrêmement pénible, à cause surtout du manque d'aération.

Un individu non entraîné ne peut rester au fond que quelques minutes. Les ouvriers remontent eux-mêmes fréquemment à la surface et ne travaillent jamais plus d'une demi-journée. En outre, comme les galeries ne sont pas boisées, les éboulements sont très fréquents, et les accidents, toujours mortels, nombreux (1).

Le résultat moyen d'une journée entière de travail est inférieur à un panier de « lentana », et le panier ne se vend sur place que 50 centimes de notre monnaie. Néanmoins ces faibles gains apparaissent comme élevés dans le pays.

Le gisement de Kirtachi semble à peu près épuisé pour les moyens dont disposent les indigènes. Ceux-ci commencent à exploiter les gisements superficiels de l'Atacora, au voisinage de Konkobiri.

En dehors de ces matériaux, il serait possible de tirer dès maintenant parti des calcaires de Missinicondji et de la rivière Zon dont l'exploitation peut se faire à ciel ouvert, des phosphates de chaux de la rivière Sazué, et de la magnétite de Mardaga, au moins pour les besoins locaux.

Comme pour les autres parties de l'Afrique occidentale, les ressources minérales du Dahomey sont donc extrêmement limitées, et l'on conserve assez peu de chances de pouvoir en tirer un parti industriel d'ici de longues années. En dehors des divers minerais de fer (magnétite, titanomagnétite, hématite, limonite, pyrite), je n'ai pas rencontré de gisement métallifère, et sauf dans l'Atacora, qui apparaît comme relativement plus favorisé, il n'y a que peu de chances d'en rencontrer. D'autre part, on ne peut compter évidemment sur des ressources en charbon. Quant à l'or, il a été signalé dans le Togo allemand, au voisinage de

1. Les noirs qui exploitent ces gisements viennent de la région Carnotville-Savé.

Kpando, mais en quantité trop médiocre pour être l'objet d'une exploitation (1). Au cours de mes déplacements je n'ai pas rencontré ce métal; les indigènes eux-mêmes n'en ont jamais trouvé. Jusqu'à présent il est donc inexact de dire que l'or a été reconnu au Dahomey (2).

1. *Annales coloniales*, 31 mai 1906.

2. Parmi les produits minéraux, je n'ai pas cru devoir mentionner les sels qui se rencontrent dans les dallols, parce que leurs gisements se sont trouvés en dehors de mes itinéraires, et qu'il appartient aux voyageurs qui ont pu étudier spécialement ces gisements de nous les décrire. Je rappellerai que les deux produits faisant l'objet d'un commerce local important sont un sel rouge qui vient du dallol Fogha et un sel gris jaunâtre, le *canwan*, qui vient du dallol Dosso. Ils proviennent l'un et l'autre du lessivage d'une terre rouge riche en efflorescences, qui tapisse le sol de la vallée. Au point de vue chimique, le *canwan* donne avec la plus grande netteté les réactions des chlorures, des sulfates et des carbonates. La seule base qu'il soit possible de mettre en évidence dans ce produit est la soude. Il faut donc considérer qu'on a affaire à un mélange de chlorure, de sulfate et de carbonate de soude. Il n'y a pas intérêt à faire l'analyse quantitative de ce produit puisque la proportion des trois sels dominants doit varier nécessairement d'un échantillon à l'autre. Il est vraisemblable que le sel du dallol Fogha, dont je n'ai pas pu faire une analyse qualitative, a une composition voisine.

TROISIÈME PARTIE

RELATIONS BIOGÉOGRAPHIQUES

RELATIONS BIOGÉOGRAPHIQUES

Il m'a semblé qu'un travail relatif à la géologie du Dahomey devait montrer, après l'étude même du milieu, l'influence que celui-ci était capable d'exercer sur la répartition et l'évolution des espèces organisées. Dans cet ordre d'idées, on arriverait, je crois, à des résultats très intéressants, mais il faudrait auparavant connaître ces espèces, et toute l'histoire naturelle est à faire dans ces régions.

Mon intention n'est pas, dans cette troisième partie, d'aborder des sujets qui dépassent de beaucoup le but que je me suis proposé d'atteindre. Je crois seulement bon d'indiquer, par quelques exemples simples, et particulièrement nets, tout le parti qu'on peut tirer de la connaissance du milieu déterminé par ces deux principaux caractères : la constitution géologique et le climat.

XVII

I. RÉPARTITION DE QUELQUES ESPÈCES VÉGÉTALES TYPIQUES LES GRANDES ZONES BOTANIKES

La flore des pays que j'ai traversés ne sera pas connue avant un certain nombre d'années, puisque les échantillons recueillis jusqu'à ce jour sont notoirement insuffisants et que leur détermination ne sera abordée que lorsqu'on en possédera un grand nombre d'autres.

Mais s'il est impossible actuellement d'identifier les nombreuses espèces végétales rencontrées, il en est quelques-unes qui, en raison de leur abondance ou par suite de leur utilisation par les indigènes, sont connues de tous les voyageurs. Or chacune d'elles a besoin de conditions physiques spéciales, et, comme il est très aisé de les déterminer, il est donc possible de limiter dès maintenant, assez grossièrement d'ailleurs, de grandes zones botaniques. Ce sont ces zones que je me propose d'indiquer, et j'en profiterai pour donner quelques renseignements sur l'aspect de la végétation dans chaque région.

Le *cocotier* (*Cocos nucifera*) est à peu près la seule espèce ligneuse qui se rencontre sur le cordon littoral. Il s'y développe du reste assez médiocrement ; on le rencontre dans toute la zone maritime jusqu'un peu au nord de Porto-Novo, après quoi il devient de plus en plus rare. Les derniers individus rencontrés au nord sont à Lissa. Il convient de remarquer que cette espèce, d'origine asiatique, a été importée. Elle donne néanmoins des indications au point de vue de la géographie botanique, puis-

qu'elle ne réussit que là où les conditions de milieu lui sont favorables.

Le *palétuvier* (*Rhizophora vulgaris*) n'est répandu qu'à l'ouest de Ouidah. Il semble ne pouvoir se développer que le long des lagunes de cette région : mais il y a deux espèces de palétuviers : les uns sont de petits arbustes à tige très grêle et verticale, les autres sont des arbres véritables, au tronc massif et toujours tordu (Pl. XIII, 2). Les roseaux, comme les *papyrus*, abondent surtout dans les lagunes de l'est.

Les *nymphéacées* (*Nymphaea*) ne se rencontrent que dans les eaux douces et stagnantes, par conséquent à l'embouchure seulement de certaines artères qui ont encore de l'eau en saison sèche (Couffo).

Le *colatier* (*Sterculia acuminata*) se trouve dans les endroits les plus ombragés ; son aire de végétation est beaucoup plus restreinte que celle du palmier à huile (1).

Le *palmier à huile* (*Eleis guineensis*) (Pl. XX, 1) est très abondant au Dahomey, dont il constitue la principale richesse. Il se plaît surtout dans les régions humides, bien arrosées et sans transitions brusques de température. C'est une plante très délicate et qui permet de caractériser une zone. Dans les régions inondées par l'eau saumâtre (voisinage des lagunes) il pousse de préférence dans les points qui sont un peu surélevés (quelques centimètres suffisent). Au nord de la région lagunaire, il forme une forêt, susceptible de devenir dense, dont les produits sont exploités. A partir de la Lama, il est plus rare et le pays est déjà beaucoup plus découvert. Enfin au nord de Paouignan on ne le retrouve que lorsqu'il peut bénéficier d'une humidité particulière, notamment au pied des hauteurs (Dassas, Monts de Savé). Les derniers échantillons ont été rencontrés à Alafia au nord de Savé. On peut le considérer comme spontané au Dahomey.

Les *fougères* sont rares. Je n'en ai guère vu que dans la zone du

1. Il s'agit ici de la petite espèce, donnant la noix à 4 ou 5 lobes, laquelle est moins recherchée que celle du Soudan. Il est à noter que le colatier est *spontané* dans cette région du Dahomey.

palmier à huile et particulièrement à proximité des sources (Zagnanado) (Pl. IX, 2).

L'*oranger* (*Citrus aurantium*) a été introduit et est cultivé ; il possède une aire de développement plus étendue que celle du palmier à huile. Les plus beaux individus rencontrés sont ceux de la région Abomey-Parahoué, c'est-à-dire là où le palmier à huile commence à devenir moins abondant.

Les *cycadées* (*Cycas*) sont extrêmement localisées. Je les ai rencontrées sur quelques centaines de mètres seulement un peu au nord d'Agouna (Pl. III, 2) et dans les monts de Savalou, entre cette localité et l'Azocan. Ils poussent toujours sur des rochers. Il est d'autant plus intéressant de les signaler ici que les points indiqués sont probablement les plus septentrionaux de ceux où on les rencontre en Afrique.

Les *bananiers* (*Musa*), toujours cultivés, sont surtout abondants dans la zone du palmier à huile. On les rencontre bien au delà, jusqu'au versant sud-oriental de l'Atacora, mais seulement dans les points où ils peuvent bénéficier d'une humidité suffisante.

Le *fromager* (*Eriodendron anfractuosum*) (Pl. VIII, 2) occupe également une aire très vaste, puisqu'on le trouve depuis la région lagunaire jusqu'au versant nord-occidental de l'Atacora. Il serait beaucoup plus abondant dans la région centrale, s'il résistait aux incendies de brousse. Mais on ne le trouve, dans toute cette partie, qu'aux environs des villages, où la végétation est bien protégée.

Le *rônier* (*Borassus flabellifer*) se plaît surtout dans les régions humides, immergées pendant un certain temps, notamment au bord des lagunes. Il forme des colonies isolées (Pl. XX, 2) jusqu'à la région au sud de Say.

Le *baobab* (*Adansonia digitata*) marque au contraire de sa présence les endroits plutôt secs (1), mais on ne le rencontre guère dans les points soumis aux incendies de brousse. Il n'est du reste pas très abondant, on le retrouve jusque dans le Gourma.

Les *graminées* (*Andropogon*) couvrent des espaces considérables. Peu abondantes dans la zone du palmier à huile, elles

1. Il existe cependant dans la région du palmier à huile, mais dans les endroits les moins ombragés.

deviennent également rares au-delà du versant sud de l'Atacora. Elles atteignent leur maximum de développement vers le 8-9^e parallèle où j'ai vu souvent les épis portés à 4 mètres de hauteur (Pl. IV, 4). Les indigènes s'en débarrassent après la saison des pluies en y mettant le feu. L'incendie se propage alors tant qu'il trouve un aliment. Ces végétaux ne subsistent que parce qu'ils sont vivaces. Ils possèdent en effet des rhizomes qui donnent de nouvelles pousses chaque année (1).

Le *karité* (*Butyrospermum Parkii*) commence à s'observer un peu au nord d'Abomey, mais il est particulièrement développé dans le Borgou. Il est encore abondant au Gourma. C'est l'arbre typique de la zone au nord de celle du palmier à huile, car c'est l'une des espèces qui résistent le mieux aux incendies de brousse. Son écorce se trouve complètement consumée chaque année, ce qui ne l'empêche pas de se développer, mais il acquiert un aspect rabougri et tordu très particulier.

Ainsi que l'a montré M. A. Chevalier, le karité du Dahomey (*Butyrospermum Parkii*, var. *Poissonii*, A. CHEV.) représente une variété différente de celle du Soudan.

Les *lianes à caoutchouc* (*Landolphia owariensis*) existent dans la région de Carnotville où les indigènes les exploitent. Elles se trouvent seulement dans les points où la végétation est très dense. De son côté, M. le Gouverneur Liotard a bien voulu me signaler, dans la forêt aux environs d'Allada, un certain nombre de ces lianes. Enfin, M. G. Cachelou a eu l'obligeance de me faire connaître qu'il en avait observé également entre Djougou et Carnotville, et, dans l'Atacora, à la hauteur de Kouandé. Elles se rencontreraient donc, au Dahomey, mais d'une façon *très irrégulière et très intermittante*, sur quatre degrés de latitude.

Les *euphorbes cactiformes* (*Euphorbia*) ont une aire un peu plus restreinte que celle du karité. Je ne les ai rencontrées que sur les hauteurs où elles prennent racine dans les interstices des rochers.

Le *strophanthus* (*Strophanthus sarmentices*) est abondant dans

1. La paille provenant de ces graminées est utilisée, dans la plus grande partie du pays, pour la couverture des habitations.

Borgou, l'Atacora et le Gourma. Il est cultivé à proximité des villages. Néanmoins il semble qu'en outre il soit spontané.

Les *bambous d'Abyssinie* (Bambousa) ne se développent guère que dans l'Atacora, le long des rivières (1).

Les *mimosées* (Acacia, etc.) se développent dans toute la colonie. Certaines espèces, comme la sensitive (*Mimosa pudica*), sont localisées dans la région méridionale ; certaines autres, dont les individus sont d'assez beaux arbres, comme le nété (*Parkia biglobosa* (Pl. VIII, 1) ne sont au contraire très abondants (2) qu'au nord de Djougou et surtout dans le Gourma. Les acacias des steppes sont très répandus dans ce dernier pays.

Le *bourgou* (*Panicum bourgou*, A. CHEVALIER) est la plante caractéristique qui borde les rivières du nord, le Niger notamment.

Le *palmier doun* (*Hyphæne thebaïca*) apparaît dans la région de Say.

Dans le graphique ci-contre (fig. 30) j'ai indiqué d'une façon schématique la répartition de ces diverses espèces. Pour chacune d'entre elles, les traits pleins correspondent à la zone où elles sont le plus abondamment réparties.

En outre des espèces cultivées indiquées précédemment, je n'en signalerai que quatre qui sont assez caractéristiques :

Le *maïs* (*Zea maïs*) dans la région méridionale : zone de prédilection : Dahomey proprement dit.

L'*igname* (*Dioscorea batata*) dans la région centrale (pays de production par excellence : Borgou).

Le *mil* (*Millium*) dans la région septentrionale, à peu près exclusif au nord de l'Atacora.

Le *coton* (*Gossipium*) au nord d'Abomey.

Les trois premières espèces forment, dans chaque zone, la base de l'alimentation. Le coton est la seule matière tissée dans le pays.

Je n'ai indiqué intentionnellement qu'un très petit nombre

1. Je ne parle pas des bambous de Porto-Novo, qui sont cultivés.

2. D'après M. Savariau (*loc. cit* , p. 49). Le nété se rencontrerait déjà sur le plateau d'Abomey, mais il n'en est pas moins vrai que la région qui convient le mieux à son développement est le Haut-Dahomey.

d'espèces, mais les types signalés nous permettent de distinguer dès maintenant trois grandes zones botaniques.

La première d'entre elles est la *zone du palmier à huile* (1).

[illegible]

Fig. 50. — Répartition de quelques espèces botaniques.

Elle s'étend depuis le littoral jusqu'au nord d'Abomey. Elle est caractérisée par un climat chaud, égal, et très humide (voisin du climat équatorial), ainsi que par un sol meuble (formations sédimentaires). C'est dans son ensemble une vaste palmeraie (Pl. XX, 1) à végétation parfois très dense, surtout au voisinage des rivières. Les seuls accidents *naturels* sont, en dehors du cordon littoral, les régions immergées (lagunes, deltas, marais) dans lesquelles la végétation ligneuse ne se développe pas ou se trouve représentée par des espèces particulières (palétuviers)⁽²⁾. Les arbres sont à

1. Le seul fait d'indiquer l'espèce caractéristique d'une région dispense d'indiquer un grand nombre des espèces de la même région que tout le monde connaît. On sait aujourd'hui, au moins pour la plupart des espèces utilisées, quelles sont celles qu'on peut rencontrer dans la zone du palmier à huile, par exemple.

2. Il faut faire exception pour la Lama, où une abondante végétation ligneuse se développe, mais elle est notablement différente de celle des palmeraies. J'en ai indiqué antérieurement les caractéristiques.

feuilles persistantes, les graminées sont peu développées ; par suite les incendies de brousse sont rares et limités.

A Paouignan commence la *zone du karité*, qui s'étend jusqu'au versant nord de l'Atacora. Elle est marquée par un climat chaud, mais à variations sensibles, et dont l'état hygrométrique subit des fluctuations très appréciables. Le sol, imperméable, y est presque constamment dénudé (région des schistes cristallins et des quartzites). La végétation ligneuse est représentée par une quantité prodigieuse de petits arbres rabougris et tordus qui dépassent rarement 4 mètres de hauteur (Pl. I, 1 ; III, 2). Ces arbres, à feuilles caduques (1), sont en partie détruits ou ont leur développement entravé par les incendies de brousse annuels, dont le principal aliment est constitué par les graminées. Dans certains points, la végétation est nulle, faute de terrain meuble (rocher affleurant ou espaces recouverts de conglomérat ferrugineux, vernissé superficiellement). Par contre, dans les quelques régions préservées des incendies, la végétation ligneuse prend des proportions étonnantes ; elle donne naissance à une véritable forêt claire (Pl. I, 2). C'est ce qui se produit sur le bord des rivières protégées du feu par l'humidité, où la végétation forme une bande d'un vert foncé qui tranche en toute saison sur l'ensemble du paysage et permet de suivre la direction d'un cours d'eau sur une assez grande distance. La forêt claire se retrouve encore autour de certains villages où les indigènes ont su arrêter les incendies.

Il est à remarquer que, sous cette forêt claire, les graminées se développent peu. Comme leur habitat préféré est la région peu boisée, lorsqu'on commence à abattre les arbres d'une forêt claire, on a toutes les chances pour voir les graminées s'installer peu à peu, et, comme les incendies se propageront dès lors fatalement, on travaille ainsi à faire disparaître la forêt.

Dans l'Atacora, on retrouve en abondance de grands arbres, alors qu'ils sont très rares dans les plaines voisines. Cela tient d'abord à l'humidité du massif, bien arrosé, et à sa constitution pétrographique. La manière dont les quartzites se débitent, en plaques, ne permet aux graminées de ne se développer que dans

1. La chute des feuilles a lieu après la fin de la saison des pluies (décembre).

les joints : elle seront donc rares et par suite ne pourront donner lieu qu'à des incendies très localisés ou peu durables. Par contre, la végétation ligneuse qui ne sera guère entravée dans son développement, pourra très bien, elle aussi, se développer dans les joints compris entre les roches.

Au delà de l'Atacora commence la *zone des mimosées*. Le karité, on l'a vu, continue à se rencontrer au Gourma, mais il est souvent subordonné aux mimosées (acacias des steppes) arborescentes qui sont partout très abondantes. Le climat de cette zone est plus chaud que celui des régions précédentes et il est surtout sujet à des variations brusques ; quant à l'état hygrométrique, il peut descendre très bas. D'autre part, le sol est recouvert sur des espaces considérables d'argile imperméable (Gourma) ou de sable (Niger). Aussi la végétation est-elle notablement moins dense que dans les pays méridionaux (1). Elle devient encore de plus en plus rare à mesure qu'on s'avance vers le nord : à Sansan-Haoussa, la végétation ligneuse, qu'on ne rencontre que par places, est formée d'arbustes épineux qui atteignent à peine 1 mètre de hauteur.

Grâce au voisinage du Niger, les rives du fleuve sont, pendant quelques mois, recouvertes de végétation (cultures surtout). Mais celle-ci disparaît à la fin de la saison des pluies et partout n'apparaît plus que le sable avec, de loin en loin, quelques arbres isolés qui se dressent au milieu du paysage.

Les espaces inondés du Gourma n'ont souvent pas du tout de végétation ligneuse (2).

En terminant je ferai remarquer que l'intérêt de la géographie botanique des régions parcourues réside surtout dans la variété des espèces, celles-ci appartenant aux groupes les plus différents, depuis ceux de la région équatoriale jusqu'à ceux de la région

1. Comparer à ce sujet les photographies des planches XII, 2, et XIII, 2, prises toutes les deux sur les bords de fleuves

2. Je n'ai pas cru devoir indiquer sur une carte la répartition des zones botaniques. Les limites varient d'ailleurs selon qu'on considère soit les régions où une espèce végétale est dominante (ce que j'ai fait), soit celles jusqu'où l'on rencontre les derniers individus isolés. Cette seconde manière de voir entraîne forcément des complications de tout ordre.

désertique, qui commence un peu au-delà de Sansan-Haoussa.

On voit que les trois zones indiquées correspondent fort bien aux trois climats envisagés précédemment, ce qui paraît fort naturel. Mais il était indispensable de le montrer.

XVIII

RÉPARTITION DE QUELQUES ESPÈCES ANIMALES

Malgré le peu de renseignements qu'on possède sur la faune du Dahomey, il est permis de penser qu'il ne s'y trouve guère d'espèces animales originales ou même caractéristiques. Comme à tous les autres points de vue, cette colonie doit être comprise dans un groupe fort vaste que des frontières artificielles ne permettent pas d'étudier d'une façon systématique.

Je n'entreprendrai pas la nomenclature des espèces déjà signalées. Etant donnée la situation géographique du Dahomey, il est vraisemblable que la plupart des animaux de l'Afrique occidentale s'y rencontrent, et ce que j'ai indiqué du climat et de la nature du sol permet de se faire une idée de leur répartition géographique (1).

Je me contenterai de montrer ici l'influence très nette *du milieu* sur la répartition de quelques espèces animales.

1. Il faut se rendre compte de ce fait que, d'une manière générale le pays est d'autant moins habité qu'on progresse vers le nord (Carte fig. 86). L'abondance des grandes espèces animales sauvages est nécessairement en raison inverse de la densité de la population.

§ 1

DISTRIBUTION DES TSÉ-TSÉ ; LEUR INFLUENCE SUR LA RÉPARTITION DES ÉQUIDÉS ET DES BOVIDÉS

J'ai indiqué d'autre part (1) quelle était, au moins approximativement, la répartition de *Glossina palpalis* Rob. Desv., espèce non encore signalée au Dahomey. J'ai divisé à ce sujet la colonie en trois zones.

La première s'étend entre la côte et le cours moyen de l'Ouémé, dépassant légèrement ainsi la zone du palmier à huile. Les tsé-tsé y sont abondamment réparties et d'une façon homogène. Elles vivent de préférence dans les endroits bien ombragés, par suite humides, mais pas nécessairement au bord même des cours d'eau, quoi que ce soit encore leur habitat préféré.

La deuxième zone s'étend entre le cours moyen de l'Ouémé et la bordure nord du massif de l'Atacora, c'est-à-dire qu'elle correspond assez bien à ce que j'ai appelé la zone du karité. On n'y voit plus les tsé-tsé que rarement, et seulement dans le voisinage immédiat des rivières dont le lit n'est jamais à sec ; par contre, ces diptères, au lieu d'être disséminés, se trouvent toujours groupés en paquets compacts.

Enfin, dans la troisième zone, qui correspond à la zone des mimosées, je n'ai pas rencontré de tsé-tsé.

Ce qu'on connaît déjà au sujet de ces insectes donnait à penser que les facteurs géographiques avaient une grosse influence sur leur répartition. Il est évident que le facteur humidité est le plus important. On en a la preuve lorsqu'on voit que les mouches en

1. H. Hubert. *La distribution géographique des mouches tsé-tsé au Dahomey*, in *La Géographie*, pp. 171-176, Paris, 1907.

question ne peuvent s'écarter des fleuves dans la région septentrionale. On a longtemps cru qu'il devait en être ainsi partout. De récentes observations faites au Congo ont confirmé mes indications en montrant que, dans les régions dont l'état hygrométrique est toujours très élevé et qui sont bien ombragées, les tsé-tsé ne se tiennent pas nécessairement au bord des rivières.

J'ai mis en parallèle la distribution des bovidés et des équidés d'une part, celle des tsé-tsé de l'autre. Elle est résumée par le tableau suivant :

TROISIÈME ZONE. . . .	Pas de tsé-tsé. . . .	{ Bœuf à bosse (zébu). Bœuf de grande taille. Cheval.
DEUXIÈME ZONE. . . .	Tsé-tsé localisées. . . .	{ Bœuf de grande taille. Cheval.
PREMIÈRE ZONE. . . .	Tsé-tsé disséminées. . . .	Bœuf de petite taille.

Ayant pu observer plusieurs fois les tsé-tsé s'attaquant aux équidés, et ayant vu quelques-uns de ceux-ci, mortellement atteints, qui présentaient tous les caractères d'une trypanosomiase, j'en ai conclu que l'impossibilité d'acclimatement du bœuf à bosse dans les deux premières zones, du cheval et du bœuf de grande taille dans la première zone était due à l'action néfaste des glossines (1).

Ainsi donc la répartition des bovidés et des équidés serait fonction de celle des tsé-tsé, laquelle dépendrait elle-même de conditions géographiques spéciales. C'est dans ce sens qu'il faudra, je crois, poursuivre les recherches relatives à la distribution des grandes espèces animales.

Jusqu'à présent on n'a envisagé pour le développement des espèces que l'influence de deux facteurs principaux : les conditions climatiques et la nourriture. Or, je crois qu'il y a un troisième facteur pouvant avoir aussi une importance considérable, c'est le développement des espèces parasites (2).

1. J'ai indiqué également comme probable l'action de la tsé-tsé sur l'homme, sur lequel elle s'attaque avec acharnement.

2. Il se passe quelque chose d'identique pour l'homme dont les conditions d'existence deviennent précaires par suite du développement des moustiques ou des tsé-tsé.

§ 2

RÉPARTITION DES ANIMAUX A COQUILLE

L'exemple que je fournirai à présent a pour but de montrer l'influence de certains caractères géologiques spéciaux sur la répartition d'espèces animales.

Les animaux à coquille ne peuvent évidemment se développer qu'à la condition de trouver en abondance dans les substances qu'ils ingèrent des sels susceptibles de se transformer en carbonate de chaux. Et comme leurs conditions de vie ne leur permettent guère de se déplacer, il y avait intérêt à chercher les caractéristiques du milieu dans lequel ils se rencontrent.

Les seuls animaux à coquille que j'ai vus sont :

1° Dans les lagunes, des huîtres, fixées sur les branches des palétuviers, et de nombreux gastropodes.

2° Dans le fleuve Mono, en amont de Missiniconджи, et dans la rivière Pendjari, à proximité du gîte d'étape, sur la route Konkobiri-Logobou, des hétéries (1) (ætheria).

3° Dans la région des Tchis, des escargots (Helix).

La présence des animaux à coquille est toute naturelle dans les lagunes saumâtres où le sulfate de calcium, au moins, est abondant.

Il nous est également facile d'expliquer le développement possible des hétéries aux points considérés, puisque, à proximité des deux points précités sont justement des gisements de calcaires.

1. Je dois la détermination de cette espèce à l'obligeance de M. Joubin, professeur de Malacologie au Muséum d'Histoire naturelle.

La rivière Pendjari, en aval de Konkobiri, prend le nom caractéristique de Koukouniagaa, ce qui veut dire « rivière des huîtres ».

De plus, ce sont les deux seuls endroits où, outre la présence du calcaire, il y ait toujours de l'eau, condition indispensable au développement de ces espèces (1).

De même pour la région Tchi, où j'ai rencontré du calcaire en abondance, il n'est pas douteux que celui-ci soit partiellement utilisé, par un processus sans doute très compliqué, pour constituer les coquilles des escargots.

La netteté de cet exemple est si grande, qu'il m'a paru indispensable de le signaler. Il n'est pas douteux qu'on puisse trouver, par la suite, bien des cas de même nature.

4. Missinicondji et le gîte d'étapes de la Pendjari ne sont pas les deux seuls points où il y ait toujours de l'eau, condition indispensable pour que les hétéries puissent vivre, mais ce sont les deux seuls points où, en outre, cette eau contient en abondance des sels de calcium. C'est donc à la présence des calcaires qu'il faut attribuer le développement des hétéries dans cette région. On sait que dans le lit du Niger à Labezenga, il y a également des hétéries en quantité. J'ai signalé autrefois, dans cette région également, la présence de quartzites feldspathiques, *riches en calcaire*. Il y aurait donc bien, là encore, une relation de cause à effet entre le développement de ces animaux et la constitution minéralogique particulière du sol environnant.

XIX

ESQUISSE ETHNOGRAPHIQUE

Les questions relatives à l'ethnographie sont fort délicates à traiter. Pour des pays comme le Dahomey, il faudrait commencer par définir les caractères ethniques de chaque race, en connaître l'histoire et en étudier l'habitat. Alors seulement on pourrait résoudre les problèmes d'ordre plus général.

Mon but, à la fin de ce travail, est extrêmement précis. Evitant de décrire à nouveau les mœurs déjà bien connues des peuplades au milieu desquelles j'ai vécu, je me placerai à un point de vue spécial, auquel je me suis davantage intéressé : la répartition des groupements humains.

Dès mon arrivée dans la colonie, j'ai été frappé par l'influence incontestable de certains facteurs géographiques sur la répartition de ces groupements. Cette influence se conçoit très bien. Il est clair que « dans un pays où les indigènes ont à assurer leur existence par des moyens primitifs et à lutter en faisant directement usage des éléments que la nature met à leur portée, ils se groupent, souvent à leur insu, suivant des règles à peu près constantes : chaque race, d'après ses aptitudes, son tempérament, son évolution, s'installant dans une région plus propice à son développement et tirant un parti considérable des accidents naturels » (1). Tel est le sujet que je compte développer.

Auparavant, il est indispensable que je donne quelques renseignements sur les races.

1. H. Hubert. *Les grandes régions naturelles de la colonie du Dahomey et Dépendances*, in Bull. Mus. Hist. Nat., pp. 376 et suiv., Paris, 1907.

LES RACES

Tous les voyageurs qui se sont livrés à des études d'ethnographie africaine se sont heurtés à une grosse difficulté résultant du mélange des races.

L'Afrique étant par excellence le pays où les migrations se sont produites dans des sens très différents, il est évident que les hordes victorieuses ont puissamment contribué à la confusion des caractères ethniques des races autochtones (1). Ces dernières n'ont presque jamais été totalement détruites par les envahisseurs. Aussi, plusieurs cas ont-ils pu se présenter :

1^o La race autochtone (A) a été s'installer dans une autre région, inhabitée, où elle a formé un noyau conservant ses caractères originels.

2^o La race autochtone s'est mélangée à la race envahissante (B), d'où création d'une troisième race intermédiaire (C).

3^o La race envahissante, entraînant toujours à sa suite des milliers d'esclaves appartenant au moins à une race étrangère (D), ceux-ci ont introduit des éléments nouveaux par leur mélange soit avec la race envahissante (E), soit avec la race autochtone (F). Ainsi, une seule migration a pu amener le mélange, sinon la confusion, d'au moins trois races.

Une nouvelle cause de perturbation est due à ce fait que la race autochtone chassée de son pays a pu se trouver en contact avec une nouvelle race. Pour subsister, il a fallu qu'elle devienne à son tour race envahissante, puisque la loi du plus fort semble avoir été la seule règle présidant à l'installation des races africaines. Et de nouveau les mélanges se sont produits.

1. Le mot autochtone est pris ici dans un sens purement relatif.

Enfin, il faut remarquer que les invasions ont été innombrables, et que de nouvelles races sont toujours venues s'ajouter dans un même pays à celles qui s'y trouvaient précédemment installées.

Des faits analogues se sont produits, il est vrai, sur presque tous les points du globe. Mais chez nous, par exemple, les éléments disparates se sont fondus peu à peu dans le temps ; ils ont acquis une nouvelle individualité qui a contribué à en faire une race nouvelle. Il n'en est pas de même dans les pays noirs, où les invasions se produisaient encore au moment de notre occupation, c'est-à-dire il y a une dizaine d'années.

Maintenant une stabilité relative est acquise. Mais en raison de la sécurité que nous avons apportée dans le pays, les indigènes commencent à entreprendre des déplacements nombreux, souvent nécessités par les transactions qui se développent. Ainsi peu à peu de nouveaux mélanges vont contribuer à atténuer les différences existantes et rendre le travail de classification plus difficile encore.

Ce sont les *groupements* (1) actuels que je m'efforcerai de définir. Chacun d'eux, si composite qu'il apparaisse, a acquis certains caractères qui permettent de le différencier des groupements voisins. Pour les indigènes eux-mêmes, les plus importants de ces caractères sont : *les caractères physiques, les tatouages, le langage.*

En ce qui concerne les *caractères physiques*, je me suis efforcé de les résumer dans des fiches, faites sur place, qui représentent à mes yeux, le *type moyen* de chaque race. Mais je reconnais très volontiers que les observations que j'ai faites sont trop peu nombreuses pour servir autrement que comme indications générales. Je me bornerai à reproduire ici ces fiches, telles que je les ai rédigées (voir tableau des races). J'y ajoute quelques indications caractéristiques concernant le costume, la *langue*, l'habitation, la religion, les industries dominantes, les localités principales, le mode de groupement des cases.

On remarquera que la division entre les races du nord et celles

1. J'entends par *groupement* association d'individus qui ont acquis dans le temps certains caractères communs, certaines affinités. Il ne s'agit donc pas là toujours de races à proprement parler.

du sud n'est pas absolument arbitraire, mais qu'elle correspond à des différences de *religion* (de *types* parfois), auxquelles

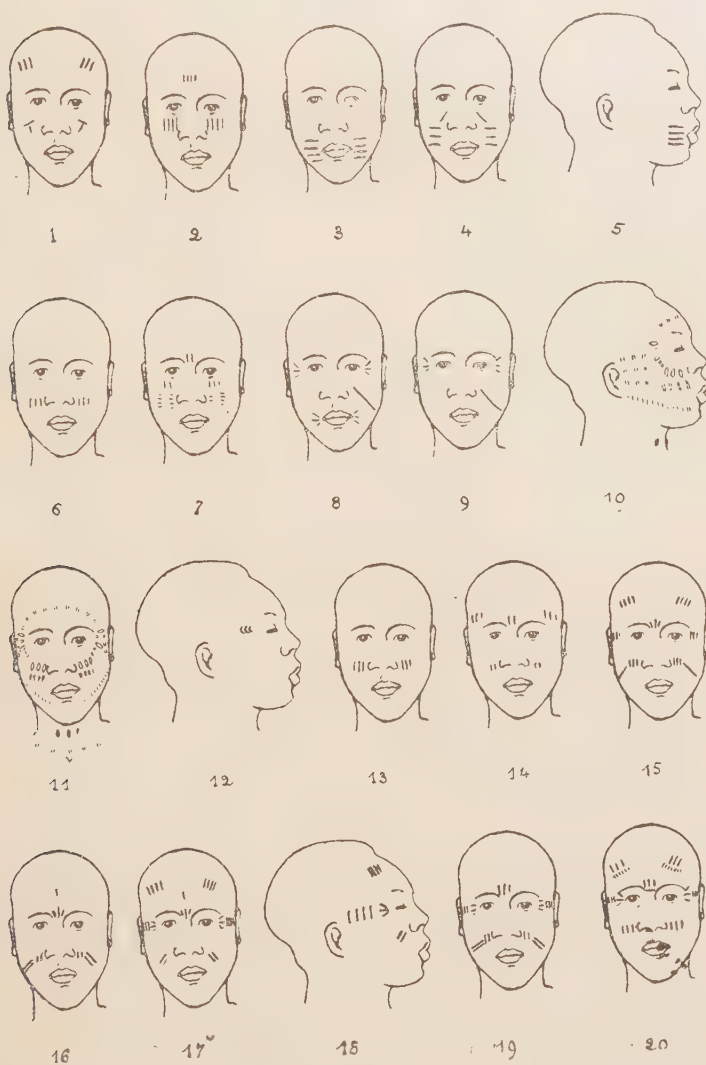


Fig. 51 à 70. — Tatouages.

1. Péda. 2. Nago (Porto-Novo). 3. Nago (Dassas). 4. Nago (Tchabé). 5. Nago.
6, 7, 8, 9. Nago (Manifo). 10, 11. Nago (féticheuse manifo), tatouages de fan-
tasiaie. 12. Fon. 13, 14. Mahi. 15. Sahoué (Sé). 16, 17, 18. Sahoué. 19. Cò
(Locossa). 20. Oné.

s'ajoutent encore des différences relatives à la construction des cases (1) et au costume.

En ce qui concerne les *tatouages*, je me suis borné à repro-

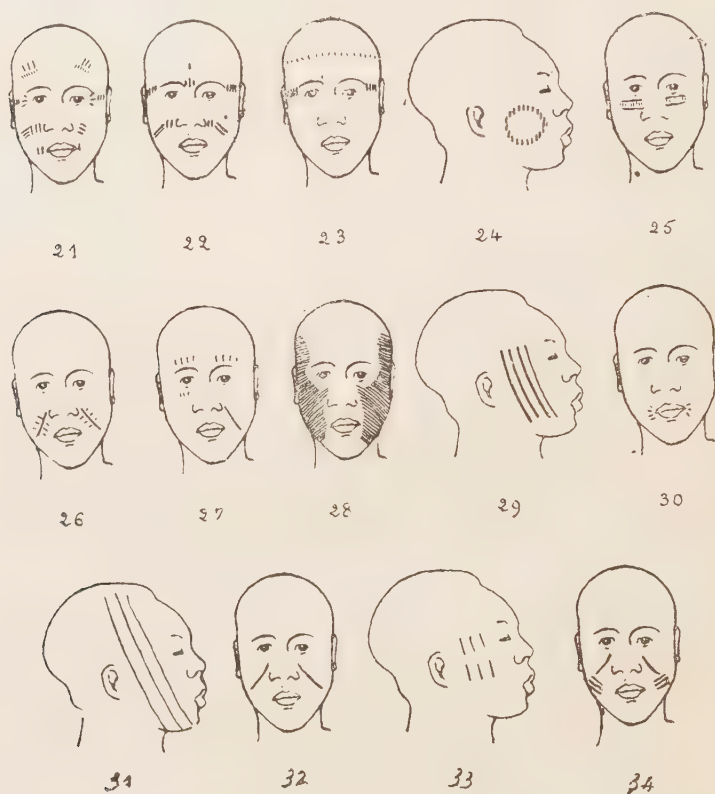


Fig. 71 à 84. — Tatouages (*suite*).

21. Oué (femme). 22, 23. Tehi. 24. Ouatchi. 25. Ouingui-Ouingui. 26, 27. Kado-docoli. 28. Soumba. 29. Gourmantché. 30. Haoussa. 31. Mossi. 32. Bargou. 33. Dendi. 34. Courteil.

1. On notera, en ce qui concerne la construction des cases, que la forme de celles-ci dépend en partie des matériaux dont on dispose, du bois surtout.

Ainsi, la construction des maisons carrées, des maisons rondes en terre, des maisons rondes en paille tressée, des tentes, nécessite des quantités de bois de moins en moins grandes et des pièces de bois de moins en moins longues. Il est donc naturel que ces différents types d'habitations se trouvent réparties du sud au nord puisque les arbres y sont de moins en moins nombreux et puissants. Il faut cependant se garder de considérer la raison que j'indique ici comme étant exclusive.

duire dans un tableau d'ensemble (fig. 51 à 84) ceux qui sont considérés comme caractéristiques (génériques) ou du moins comme étant les plus fréquents.

J'ai éliminé le plus possible (sauf pour les fig. 10 et 11 du tableau) les tatouages de fantaisie, mais j'ai dû en laisser quelques-uns qui, bien qu'accessoires, accompagnent presque toujours les tatouages génériques.

Enfin je n'ai indiqué que les tatouages de la face, ceux du corps n'étant, très souvent, que des ornements ; ils sont quelquefois très nombreux et varient à l'infini.

Il est aisé de se rendre compte qu'avec une complication de races telle que celle que j'indique ici, les sujets d'ethnographie, pour le Dahomey seulement, peuvent faire la matière d'un travail spécial très important. C'est surtout grâce à l'heureuse initiative des fonctionnaires qui ont toutes facilités pour faire des recherches approfondies dans une même région qu'on parviendra à mieux connaître les questions encore à peine effleurées et dont l'intérêt cependant ne peut échapper à personne (1).

1. Les photographies de la planche XXI mettent en opposition un type d'une race du sud (femme Mahi) et des types de races du nord (Haoussa et Courteil). En outre, ont été ajoutés deux types de cette curieuse race des Soumbas dont, à ma connaissance, il n'a pas encore été publié de photographie

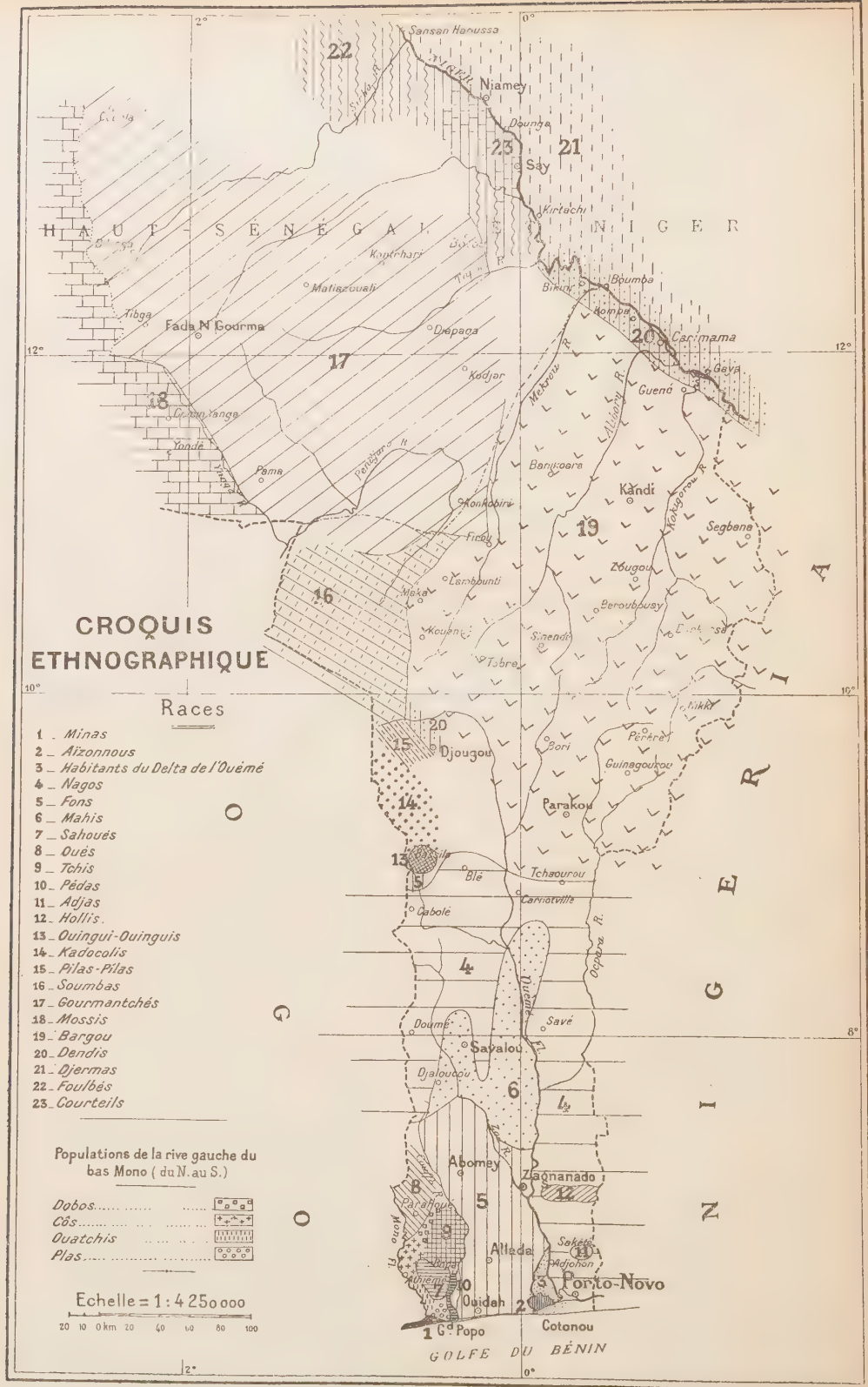


Fig. 85. — Croquis ethnographique.

§ 2

INFLUENCE DES CARACTÈRES GÉOGRAPHIQUES SUR LA RÉPARTITION DES RACES

La première inspection d'une carte sur laquelle est portée la répartition de toutes ces races (fig. 85) montre que les territoires occupés par chacune d'entre elles occupent des superficies très inégales (1). D'une manière générale le nombre des peuplades augmente à mesure qu'on s'avance vers la mer, ce qui est normal puisque c'est toujours vers la côte que sont repoussées les populations vaincues : les populations victorieuses tendant toujours elles-mêmes à parvenir à la côte.

On remarque qu'au nord presque toute l'étendue du pays est occupée par les Djermas, les Gourmantchés, les Mossi et les Bargou ; au sud, par les Nagos, les Fons et les Mahis (on peut d'ailleurs éliminer ces derniers considérés comme un métissage de Nagos et de Fons). Ainsi, six races seulement occupent presque tous les territoires que j'ai parcourus, et bien au delà même.

Or, il est facile de voir que, pour leur établissement, toutes les races ont souvent subi l'influence des conditions géographiques, en raison des deux principes suivants :

a) Les accidents géographiques arrêtent les peuplades victorieuses.

1. Dans la carte où est indiquée la distribution des races, on remarquera que les limites assignées à chacune d'elles sont très nettes. Cela correspond du reste à la réalité : deux villages voisins, quelquefois peu distants l'un de l'autre, sont habités par deux races distinctes ; ou bien encore, dans un même village frontière, on trouve deux groupements ethniques différents, possédant chacun un chef. Dans tous les cas, la limite est rigoureuse.

b) Les accidents géographiques servent de refuge aux peuplades vaincues.

J'indiquerai quelques exemples parmi les plus probants.

On sait qu'autrefois l'empire Sonraï occupait la vallée du Niger, au moins vers le sud jusqu'à la hauteur d'Ilo. Par la suite, les *Djermas*, venant de l'est, réussirent à atteindre le fleuve ; ils absorbèrent presque totalement l'élément Sonraï dont ils adoptèrent la langue. Mais leurs migrations n'ont pas traversé le Niger, sur la rive gauche duquel ils sont demeurés cantonnés.

Quant aux *Sonraïs*, on ne les retrouve plus que dans quelques îles du fleuve où ils se sont réfugiés ; ils forment en outre un groupement assez important (*Dendis*) sur les rives du Niger entre Bikini et Gaya (1).

D'autre part, dans la même région, des *Foulbés* guerriers venant du Fouta-Djalon se sont établis il y a une soixantaine d'années dans la région de Lamordé, puis à Say (*Courteils*). Déjà de sang très mélangé, ils se sont unis aux *Djermas* auxquels ils ont emprunté la langue Sonraï. Eux aussi ont été arrêtés par fleuve, qui demeure bien ainsi une frontière naturelle.

Les *Gourmantchés* ont occupé vers l'est un territoire plus étendu que celui sur lequel ils sont localisés, ainsi que le prouve leur établissement actuel à Firou et à Djougou. Ils ont repassé l'Atacora sous la poussée des *Bargou*, venant de l'est. Ces derniers occupent maintenant un pays très étendu et il semble bien que les accidents géographiques aient seuls arrêté leur marche en avant : savoir : entre le Niger et Firou, les plateaux désertiques, et, plus au sud, le massif de l'Atacora.

De même, il n'est pas douteux que les *Soumbas* et peuplades voisines, qui offrent de nombreuses affinités avec les *Gourmantchés* (*Takimbás*, *Barba*, *Kabrés*, etc.), aient occupé autrefois la plaine et qu'ils aient été refoulés dans la montagne par les *Bargou*.

1. C'est de ce dernier groupement que serait issue la colonne dendi, qui, il y a trente ou quarante ans, aurait parcouru le pays jusque dans la région de Séméré et se serait ensuite fixée à Djougou (Ouangara) et à Dori (au nord de Djougou).

C'est en raison du refuge que leur a offert le massif qu'ils ont pu continuer à former un groupe ethnique indépendant. Seuls les *Pilas-Pilas* (également très voisins des Soumbas) sont demeurés dans la plaine, mais ils y ont toujours été à l'état de demi-servage.

Les *Kadokolis* et les *Ouingui-Ouingui*, groupes ethniques peu importants, ont pu subsister : les premiers grâce aux montagnes voisines, les seconds grâce à leur puissant groupement fortifié de Bassila.

Au sud enfin, les *Nagos* ont d'abord occupé presque tout le pays. Mais cette race a été profondément entamée par la race *Fon*, qui a fait le vide autour d'elle.

Les Fons se sont établis par la force dans la partie la plus fertile limitée par le Couffo, le Zou, l'Ouémé et la mer, et l'on remarquera que les limites de leur pays sont encore des accidents géographiques. Quant aux races incapables, par le petit nombre des individus qui les composaient, de résister soit aux Nagos, soit aux Fons, elles ont cherché un refuge dans les régions les plus inaccessibles. C'est ainsi que nous retrouvons aujourd'hui les *Tchis* et les *Hollis* dans la zone marécageuse à laquelle j'ai étendu le nom de Lama ; les *Sahoués* sur les plateaux au sud du pays des Tchis ; les *Pédas* sur les bords du lac Ahé ; enfin les habitants du delta de l'Ouémé et du lac Nohoué. Toutes ces populations avec les *Oués*, les *Ouatchis*, les *Minas*, etc.... représentent sans doute des types ethniques beaucoup plus anciennement fixés dans le pays (1).

Ainsi, en ce qui concerne l'établissement des races humaines, l'influence des accidents géographiques s'est manifestée d'une façon très nette. Comme je l'indiquais plus haut, on voit bien que :

1° D'une part, les races victorieuses semblent n'avoir pas voulu établir leur domination, sans doute devenue trop précaire,

1. M. Gaillard admet que les Pédas représentent les descendants des habitants de l'ancien royaume de Juda (Ouidah) et que les lacustres d'Avansouriet Affotonou sont les descendants des autochtones de l'ancien royaume d'Ardres (Allada) (Gaillard. *Etude sur les lacustres du Bas-Dahomey* in l'Anthropologie pp. 99-125. Paris, 1907.

au delà de certaines limites géographiques (Atacora, Niger, Ouémé, Couffo, etc.).

2° Les races vaincues ont cherché un refuge au milieu de territoires géographiques spéciaux où elles échappaient mieux aux incursions des envahisseurs (Atacora, Lama, delta de l'Ouémé, etc....).

§ 3

INFLUENCE DES CARACTÈRES GÉOGRAPHIQUES SUR L'ÉTABLISSEMENT DES VILLAGES

Il nous reste à voir, dans les territoires dévolus à chaque race, le parti considérable que les indigènes ont tiré des accidents naturels.

Lorsqu'un groupement s'installe, comme dans ce pays la place n'est généralement pas limitée, les habitants s'efforcent d'utiliser avant tout les points les plus favorables. Or il est deux choses qu'il leur a fallu prévoir : les moyens de défense tout d'abord, les moyens de subsistance ensuite.

1°) Moyens de défense.

Je ne parlerai pas des moyens de défense artificiels qui témoignent, chez certains peuples, de connaissances souvent étonnantes de l'art de la guerre. Les moyens de défense naturels sont ceux qui consistent à utiliser un territoire dont l'accès soit pratiquement inaccessible à une troupe armée.

UTILISATION DES FLEUVES, LAGUNES, LACS ET MARAIS

Un fleuve constitue un retranchement de premier ordre pour les indigènes, d'autant plus que ceux-ci peuvent, au pis aller, chercher un refuge dans leurs embarcations.

C'est ce qui s'est produit chez les Dendis, vivant sur les bords du Niger. Il en est de même pour les populations du delta de l'Ouémé — et pour celles vivant au bord des lagunes — qui ont pu ainsi se soustraire à la domination des Fons.

Enfin les lacs (lac Nokoué) et les marais (Lama) ont été utilisés pour l'établissement de villages demeurés indépendants (Tchis, Hollis, Aïzonnous, etc.).

Mais l'utilisation de tous ces accidents naturels est très limitée, car les marais, les lacs et les lagunes sont peu nombreux ; quant aux fleuves, sauf le Niger et le bas Ouémé, ils forment des retranchements nuls en saison sèche, puisqu'il n'y a plus d'eau dans leur lit. De plus, leurs débordements pendant l'hivernage rendent l'installation sur leurs rives malaisée et souvent impossible.

UTILISATION DU RELIEF

Les accidents du relief sont naturellement ceux qui ont été le plus utilisés, d'autant plus que dans la région des schistes cristallins, les dômes forment de véritables forteresses naturelles isolées, dont l'accès n'est parfois possible que par un sentier extrêmement escarpé très aisé à défendre.

Encore actuellement le meilleur type d'utilisation des hauteurs comme moyen de défense est représenté par le massif des Dassas, dont tous les sommets sont couronnés par des villages. On n'y parvient qu'en suivant des sentiers tortueux, larges pour une seule personne, et l'on est souvent obligé de passer d'un bloc à l'autre ou bien d'utiliser d'étroites cassures du rocher surplombant une paroi verticale. Aussi les villages Dassas sont-ils absolument impenables.

Ce procédé de défense a été très général : Coda, Fita, Miniki, Soga, Zoglobo sont encore sur des sommets ; l'Onikpapa (dans les monts de Savé) et la montagne de Caboua sont encore couronnés de retranchements en pierres sèches (1) ; enfin, en bien des points, comme à Aouaya, Lissa, la présence de meules dormantes (2), creusées à même le rocher, au sommet de la colline, mon-

1. Ce sont les seules constructions en pierres sèches que j'ai vues dans toute la colonie.

2. L'abondance de ces meules dormantes, abandonnées dès qu'elles ont atteint une certaine profondeur, pourra donner des renseignements très précis sur la date à laquelle a été fondé le village voisin. On pourra aussi, pour les peuplades dont on ignore l'histoire, connaître l'époque de leur établissement dans le pays d'après l'âge des arbres qui entourent certains de leurs villages.

trent qu'en pays Nago et Mahi tout au moins, la règle a été d'établir les villages sur les hauteurs.

Il est superflu de multiplier les exemples de l'utilisation du relief comme moyen de défense. La situation d'Abomey, bâti sur un plateau escarpé au nord et à l'est, était remarquablement bien choisie, d'autant plus qu'à 20 kilomètres au sud, la Lama formait pendant la plus grande partie de l'année, un formidable retranchement de 15 kilomètres de large.

UTILISATION DE LA VÉGÉTATION

Enfin dans tous les points où le fait était réalisable, les indigènes ont accru les moyens de défense soit en plantant des buissons épineux (visibles encore aujourd'hui à Losi, Dassas-Zouné, Tchaourou, Bessaroupérou, Bareï, etc., etc.), soit en préservant les abords immédiats de leur village des incendies de brousse, permettant ainsi à une végétation très dense de se développer (Agoua, Pira, Bassila, Bédou, Djougou (1), etc., etc.).

2°) Moyens de subsistance.

L'élément le plus indispensable, en pays noir surtout, est l'eau. Les villages situés à proximité des grands fleuves seuls n'en manquent jamais. En outre, quoique fort mauvaise, elle est également abondante dans les marais, dans les lacs et au bord des lagunes. Partout ailleurs, comme on l'a vu, elle est très rare, et comme les indigènes, à quelques exceptions près, ne savent pas creuser des puits, ils ne peuvent avoir de l'eau qu'en s'installant à proximité de petits cours d'eau, soit à proximité d'un accident du relief.

L'influence des hauteurs se fera sentir de trois manières distinctes : ou bien en raison des sources qui peuvent y prendre naissance (Atacora) ou bien en raison des trous profonds du rocher (écuelles) où l'eau peut être recueillie (Dassas), ou bien en raison

1. Le mot Zougou, dont nous avons fait Djougou, signifie précisément broussailleux, touffu ; il désigne justement la forêt qui entoure cette agglomération, et par extension, l'agglomération elle-même.

des dépôts argileux au pied de la pente, favorisant l'accumulation des eaux (Savé, Savalou).

Tous les points où l'on rencontre de l'eau ne sont pas également favorables pour s'y procurer la nourriture. Le voisinage des fleuves, des lacs et des lagunes assure bien des ressources notables en poisson, mais il ne permet pas d'ordinaire la culture, en raison des marécages qui bordent les grandes artères.

De même, si, jusqu'à la hauteur d'Abomey, l'humidité du climat et la constitution du sol favorisent presque partout les cultures, il n'en est plus ainsi au nord du royaume du Dahomey où la dénudation rapide et la faible humidité du sol sont des obstacles au développement des cultures. Les points les plus favorisés se trouveront alors être le pied des hauteurs, puisque déjà une humidité relativement grande y règne et que le terrain y est beaucoup plus humifère. En dehors de ces considérations, on peut poser en principe que, d'une manière générale, la densité de la population décroît à mesure qu'on s'élève en latitude. Cela est d'ailleurs normal puisque le pays devient alors de moins en moins riche (1).

3^e Conclusions.

En résumé, il est indéniable que la plupart des accidents géographiques exercent une influence souvent directe sur la répartition des villages, mais d'une manière très différente de celle qu'ils ont exercé chez nous. En effet, les avantages qu'offrent les fleuves sont loin d'égaliser ceux que présentent les accidents du relief, susceptibles à la fois d'être des centres de résistance, des points d'eau et des régions plus fertiles. Dans ces conditions, il semble que les hauteurs doivent être particulièrement recherchées pour l'établissement des villages. C'est bien ce qui se produit en effet.

4. Les seules richesses locales exploitées actuellement sont agricoles. Or, d'une manière générale, les produits végétaux sont moins abondants à mesure qu'on se déplace vers le nord. En outre, le commerce extérieur, de plus en plus important, est presque tout entier localisé à la côte. Par conséquent, par pays *riche* il faut entendre celui où les ressources sont abondantes et où les transactions sont très développées. Il est aisé d'admettre que ces deux causes influent sur la densité de la population.

Aujourd'hui que la sécurité est revenue dans le pays, les indigènes, qui n'ont plus les mêmes raisons de s'établir sur les sommets, sont descendus au pied même de la montagne où ils se trouvent dans les meilleures conditions possibles pour assurer leur existence. Et l'on assiste à ce fait extrêmement curieux qu'en dehors du bas Ouémé, du bas Mono, du bas Couffo et du Niger (encore celui-ci d'une façon partielle), il n'y a aucune agglomération au bord même des cours d'eau, tandis que presque toujours au pied de chaque hauteur il y a un village. Le fait est d'autant plus frappant que dans certaines régions il n'y a aucune agglomération entre les groupes de hauteurs.

Une excellente démonstration se trouve d'abord dans le cercle de Savalou où les villages sont, d'une façon à peu près constante, en relation avec les hauteurs. Je citerai tous les groupements Dassas, tous ceux de la chaîne de Baffo à Somé, tous ceux de la chaîne de Savalou, presque tous ceux depuis Savé jusqu'à Ouocpo, et, en outre, les agglomérations de Hogon, Fita, Lamma, Logozohoué, Mocpa, Djacoulou, Doumé, Tchetti, Banté, Acalampa, etc., etc. Les seules exceptions sont les villages situés sur la ligne d'Agoua à Bassila, défendus par une ceinture de forêt ; les villages de la région d'Ouéé ; enfin, Paouignan et Agouagon.

Au sud, les mêmes faits peuvent être constatés dans les points où le relief est notable aussi bien dans le cercle d'Abomey (Lô) que dans celui de Zagnanado (Gonsoué).

Au nord, l'influence du relief est encore extrêmement nette, car toutes les hauteurs sont marquées par des agglomérations, que ce soit des hauteurs isolées comme à Tébou et dans la région de Sinendé, de Kandi, de Zougou, ou de petits massifs comme à Diguidirou, Ouénoubérou, Tannéka, Aledjo, Carnotville, Ouari-Marot, Kidaroupérou, etc., ou enfin des massifs importants : Atacora, falaise gréseuse du Gourma. Ces deux derniers cas sont particulièrement intéressants.

Les Bargou, qui occupent tout le pays depuis la frontière orientale jusqu'à l'Atacora, ont évidemment pu choisir pour s'installer les emplacements les plus favorables. Or on remarque qu'à l'ouest du méridien de Paris, on ne trouve des villages que le long de la route passant par Tobré (encore celle-ci est-elle jalonnée

de dômes), et au pied même de l'Atacora (Birni à Firou). Les avantages offerts dans ce dernier cas par le massif sont donc très importants, et pour des raisons autres que celles de son utilisation comme moyen de défense, car, au lieu d'être utilisé comme forteresse par les Bargou, il était au contraire un obstacle à leurs incursions. Et l'influence du massif est rendue d'autant plus évidente qu'à l'est le pays est inhabité, alors que des rivières très importantes le traversent.

Il en est de même pour le Gourma, où, sauf Bantchango (1) aucune localité ne se trouve sur les bords d'un cours d'eau, tandis que les villages se succèdent au pied de l'Atacora. En outre, en ce qui concerne le plateau gréseux, les agglomérations forment tout autour une véritable ceinture : Logobou, Sansarga, Yobiri, Iérina, Compougou, Madjori, etc., alors que la plaine et le sommet du plateau sont inhabités (2).

Si la répartition particulière des villages au Gourma, — situés surtout au pied des hauteurs et répartis le long de la ligne de partage des eaux — s'explique très bien par suite des débordements périodiques des rivières, il n'en demeure pas moins curieux que les agglomérations ne soient jamais au sommet du plateau. Cela se comprend encore aisément puisque là aussi les indigènes éprouvent plus de difficulté à se procurer les moyens de subsistance.

Il est évident que si les abords des grandes rivières sont toujours inhabités (3), les accidents du relief ne sont pas exclusivement les seuls points où se rencontrent des habitations. Quelques groupements gourmantchés, un grand nombre de ceux du Borgou sont répartis dans les plaines. Enfin, au sud de Paouignan, en raison de la fertilité exceptionnelle du pays, les agglomérations se trouvent réparties sur tous les points de la surface. Il est à noter que dans cette région seule, les abords des grandes artères (fleuves, lagunes) sont toujours habités. Ce sont même les endroits où la population est le plus dense. Dans ce cas parti-

1. Encore cette localité est-elle située au pied même de l'Atacora.

2. On pourrait encore citer à ce point de vue les régions de Mardaga et de Piéga.

3. Sauf les quatre exceptions indiquées plus haut.

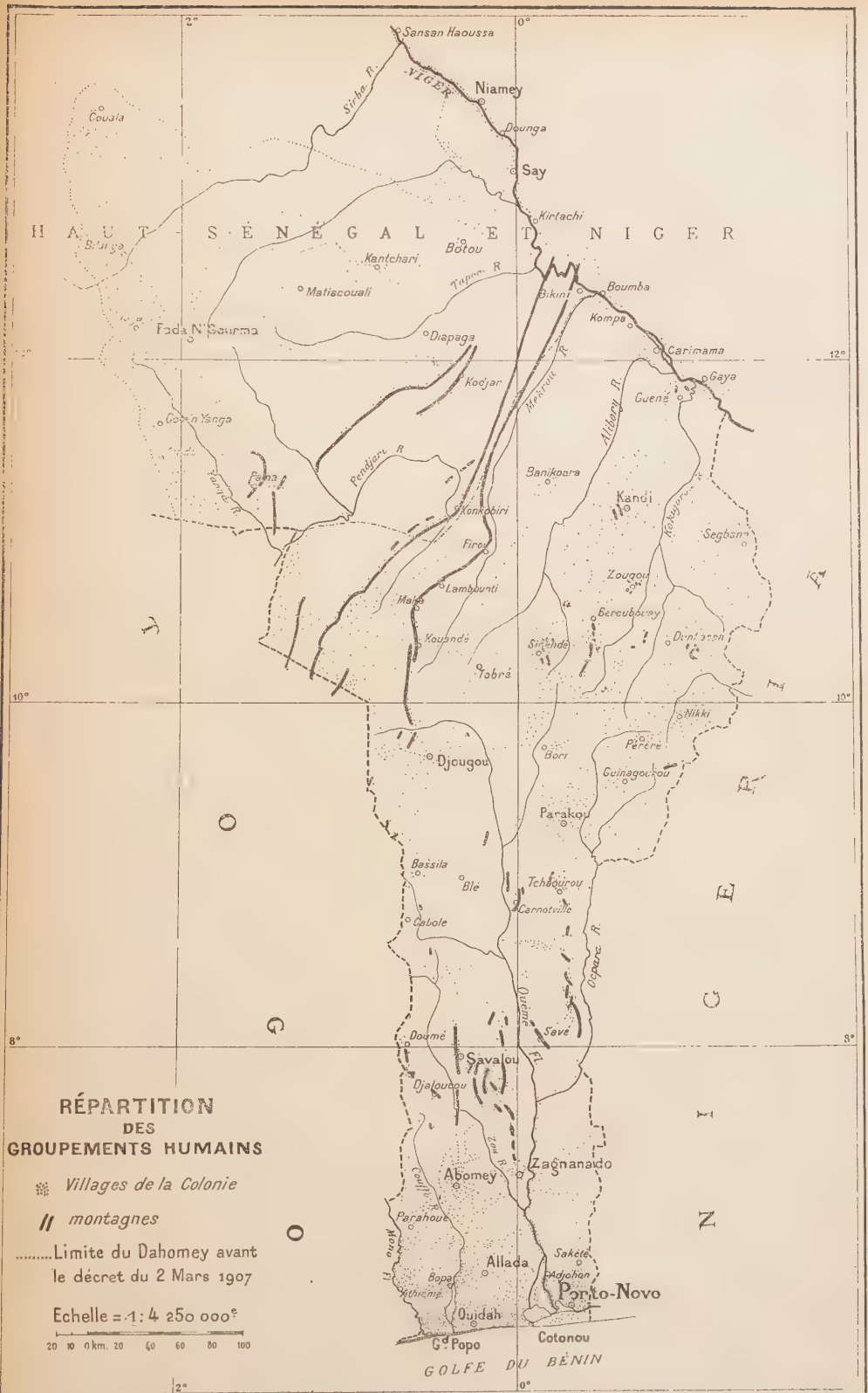


Fig. 86. - Répartition des groupements humains par rapport aux accidents géographiques.

culier, le facteur qui intervient est la présence constante de l'eau pendant toute l'année dans le lit de ces grandes artères, d'où cette double conséquence : 1° qu'il s'y trouve du poisson en abondance, permettant d'assurer la nourriture de la population ; 2° que les communications sont largement facilitées. Pour ces deux raisons, qui ne s'appliquent pas à l'intérieur du pays, on conçoit que la population soit particulièrement dense le long de ces artères.

En dehors de la région côtière, si l'on cherche à synthétiser l'influence des accidents géographiques sur la répartition des villages, on pourra dire que, d'une façon générale, la partie centrale des plaines est rarement habitée, et que, *tandis que les grandes rivières de l'intérieur font l'office de pôles répulsifs de la population, les montagnes ont été au contraire des pôles attractifs*. Le fait est d'autant plus intéressant que c'est le contraire qui se produit dans nos régions.

Je me suis attaché à traduire graphiquement cette conclusion. Pour cela, j'ai indiqué sur une carte (fig. 86) *tous* les villages connus des régions parcourues, ainsi que les principaux accidents géographiques (montagnes, grandes rivières). L'influence de ces derniers sur la répartition de la population est rendue ainsi d'une façon si manifeste qu'il n'est pas besoin d'insister.

Je dois ajouter enfin que cet état de chose est appelé à se modifier sous l'influence des nouveaux facteurs économiques que nous avons introduit dans le pays. Le chemin de fer, par exemple, ne peut manquer de devenir un centre d'attraction.

XX

RÉSUMÉ GÉNÉRAL

Après le prodigieux effort de la conquête, après les remarquables résultats concernant la pacification et l'administration de nos domaines africains, où nous sommes parvenus à gouverner par des moyens en apparence disproportionnés (1), il était indispensable de développer le plus rapidement possible la mise en valeur de nos possessions. Il fallait par conséquent, avant tout, éluder un certain nombre de problèmes géographiques demeurés obscurs et surtout mieux connaître la nature des productions que les pays où nous nous étions installés étaient susceptibles de fournir. Il fallait en somme se livrer, suivant un mot qui a fait fortune, à un « inventaire méthodique ».

C'est dans cet esprit que M. le Gouverneur Liotard a bien voulu m'honorer de sa confiance et c'est dans cet esprit que ce travail a été conçu.

Mais une entreprise aussi vaste que l'étude géographique, géologique et minéralogique d'une colonie comme le Dahomey ne saurait être le travail d'un seul.

Et c'est pourquoi je n'ai d'autre désir que celui de donner ici un premier aperçu de la question. Avant tout, le but de ce mémoire est de pouvoir être, pour les recherches ultérieures, un premier instrument de travail ; aussi me suis-je efforcé d'y accumuler le plus de documents possibles et de lui donner sur-

1. Il n'y a actuellement, dans toute la colonie du Dahomey, pas un homme de troupe, ni européen, ni indigène.

tout un caractère descriptif, permettant mieux le contrôle et facilitant une meilleure mise au point des questions amorcées.

Mais une pareille étude ne doit pas seulement comporter l'énumération d'un certain nombre de faits acquis, il doit encore s'en dégager quelques idées générales. Dans le but de faire mieux ressortir celles-ci, les détails ont été toujours très condensés, beaucoup même ont été éliminés, et les questions ont été traitées dans un ordre un peu géométrique. Il en résulte forcément que des divisions factices ont été introduites, que certains sujets ont été trop simplifiés, mais il n'y a pas d'autre moyen de traduire, surtout dans une première description, les sujets si embrouillés et si complexes auxquels je me suis intéressé.

Par les renseignements d'ordre général qu'il est susceptible d'apporter, ce travail peut encore favoriser les recherches des observateurs sédentaires, à qui il ne manque ni le temps, ni les moyens d'investigation, mais qui n'ont pas toujours l'occasion de se déplacer et de connaître les régions voisines de celles où ils se trouvent. Et la contribution que ceux-ci peuvent apporter est énorme : avant que, sur les pays parcourus, nos connaissances soient aussi étendues que celles que nous possédons actuellement sur nos régions, pendant bien longtemps encore toutes les bonnes volontés trouveront à s'employer.

Bien qu'ayant indiqué à la fin de chaque chapitre les conclusions auxquelles me conduisaient les faits observés, je crois devoir résumer ici les principaux résultats acquis au cours de la mission dont j'ai été chargé.

GÉOGRAPHIE GÉNÉRALE

J'ai été amené à contrôler les nombreuses cartes préexistantes et à donner une meilleure interprétation du dessin géographique des régions parcourues.

La représentation de certaines régions a été largement modifiée : certains cours d'eau, certains massifs (l'Atacora notamment), sont indiqués avec l'extension qui leur convient, alors que certains autres ont entièrement disparu. En même temps les relations entre les différents accidents géographiques (rivières et montagnes) ont été coordonnées et interprétées.

TOPOGRAPHIE

Le long des grandes routes suivies, j'ai pu faire de nombreuses observations de détail et de nouveaux itinéraires, non encore relevés, ont pu être portés sur la carte.

En outre, la position relative des différents accidents du relief a été fixée avec soin, et sauf dans les régions où il était matériellement impossible de se rendre, j'ai visité tous les points dont le nivellement offrait quelque intérêt. Je me suis encore attaché à fixer, avec la précision que les moyens d'investigation dont je disposais me permettaient d'atteindre, la hauteur d'un certain nombre de ces accidents.

La position des collines de Lamma, d'Ouocpo, de Pira, de toute la région de Sinendé figure pour la première fois.

Les monts de Diguidirou, les monts Delcassé, les monts de Fita, d'Ouénoubérou, le plateau du Gourma; enfin et surtout l'Atacora français tout entier, aussi bien dans sa partie moyenne que sur les bords du Niger, ont reçu une interprétation entièrement différente de celle qu'ils avaient auparavant.

MÉTÉOROLOGIE

Au lieu de fournir simplement un certain nombre de détails statistiques relatifs aux régions visitées, j'ai essayé de donner une synthèse des variations météorologiques, le long d'une ligne méridienne de 7 degrés $1/2$ d'amplitude, entre l'équateur et le désert. J'ai pu ainsi montrer qu'en ce qui concerne la température, les vents et les pluies, les variations étaient directement fonction des déplacements apparents du soleil et de la situation géographique. Et cela fournit une explication logique de ce fait que toutes les variations sont périodiques et qu'elles ont une étonnante régularité.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

Pour toutes les régions du Dahomey, l'étude de la géographie physique apporte une nouvelle confirmation des théories actuelles. On y voit que le modelé géographique est bien fonction de

deux systèmes de facteurs différents : l'action des agents extérieurs d'une part, la constitution géologique d'autre part.

Il était intéressant de montrer, dans le détail, l'action de tous les agents extérieurs sur les différentes formations et cela nous a conduit à voir que chaque région du Dahomey s'individualisait des autres par un modelé très caractéristique.

Un point capital de la géographie physique du Dahomey était l'étude du régime hydrologique, caractérisé par l'allure torrentielle de toutes les artères, avec, pour effet immédiat, la dénudation rapide de tout le pays.

Il devenait en même temps indispensable d'exposer l'évolution du réseau actuel, permettant de comprendre à la fois son dessin particulier — marqué par le parallélisme de tous les cours d'eau (Niger excepté) et l'absence de ligne de faite coïncidant avec la ligne de partage — et l'allure de jeunesse de toutes les artères contrastant avec l'aplanissement si avancé de la surface du pays.

Les actions marines, bien que localisées dans une région peu étendue, ont une grosse importance, puisqu'elles ont contribué à l'établissement du cordon et des lagunes dont j'ai indiqué les rapides modifications. Parmi les actions mécaniques de la mer, j'ai décrit en outre la barre, dont j'ai donné une nouvelle interprétation.

Enfin un certain nombre d'actions physiologiques ont été indiquées. Certaines d'entre elles, comme la formation de matières charbonneuses, viennent fournir comme une sorte d'expérience aux théories qui ont été élaborées relativement à la formation de la houille.

GÉOLOGIE

Les itinéraires suivis ont permis de connaître que les formations du Dahomey pouvaient se répartir en trois séries d'âge indéterminé : la première constituée par des roches très anciennes, le plus souvent plissées et schisteuses ; la seconde par des dépôts plus récents et dont l'allure n'a pas été modifiée ; la troisième, qui a commencé à s'individualiser bien après les précédentes, localisée dans la partie méridionale de la colonie.

L'étendue de chacune des formations rencontrées est remarqua-

ble. Ainsi les schistes cristallins occupent deux pénéplaines très vastes ; la première entre Abomey et Kandi, la seconde dans le Gourma. D'autre part, les quartzites forment le massif de l'Atacora, qui, rien qu'en territoire français atteint 400 kil. de longueur et 80 de largeur. Cette formation coupe obliquement les dépôts du Niger (très postérieurs) qui s'étendent jusqu'à 100 kil. de la rive droite du fleuve. Au sud enfin, une vaste dépression qui marque l'emplacement d'une mer éocène (?) traverse la colonie tout entière.

Les formations de la première série sont affectées, dans toute leur étendue, par des plissements parallèles. Leur influence sur l'évolution du dessin géographique est de premier ordre, puisqu'aujourd'hui encore ils se traduisent constamment dans l'orographie et qu'ils ont une influence considérable dans l'hydrographie : ils ont en effet déterminé la direction des grandes rivières et tous les accidents (coudes, déviations, rapides) du Niger, normal à leur direction.

PÉTROGRAPHIE

L'étude des roches du Dahomey a montré, dans une même série très complexe, la variété des types recueillis. Elle a fait voir en outre l'existence d'un certain nombre de roches remarquables, dont quelques-unes n'avaient pas encore été signalées en Afrique occidentale.

MINÉRALOGIE

La description des espèces minérales recueillies permettra d'orienter les recherches ultérieures. Quelques espèces signalées peuvent déjà éventuellement présenter un intérêt économique.

BOTANIQUE

La répartition des principales espèces végétales est précisément en rapport avec les différents climats. Elle permet de connaître, dès maintenant, quels peuvent être les caractères généraux de la flore et peut servir de base rigoureuse pour l'établissement des cultures.

Après avoir indiqué que la répartition de certaines espèces animales était fonction de facteurs météorologiques ou géologiques, j'ai montré que la répartition des groupements humains était souvent, elle-aussi, en relation étroite avec certains facteurs géographiques, notamment avec la distribution des accidents du relief.

Je n'oublie pas que si j'ai pu obtenir ces résultats, c'est grâce aux précieux concours qui m'ont été apportés et dont je garde un souvenir profondément reconnaissant. J'y ai trouvé la preuve qu'aux colonies les recherches scientifiques passionnent chaque jour davantage et qu'en France les esprits les plus éminents suivent avec un intérêt grandissant les questions coloniales. Quel encouragement de pareilles constatations ne viennent-elles pas donner à tous ceux qui ont foi en l'avenir de la PLUS GRANDE FRANCE ?

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION.	1

PREMIÈRE PARTIE

APERÇU GÉOGRAPHIQUE

I. — TOPOGRAPHIE GÉNÉRALE.	11
§ 1 ^{er} . — <i>Position, limites, superficie.</i>	11
§ 2. — <i>Relief.</i>	13
§ 3. — <i>Hydrographie.</i>	16
Fleuves et rivières, 16. — Lagunes, lacs et marais, 18.	
II. — DOCUMENTS CONSULTÉS.	20
§ 4. — <i>Cartes.</i>	20
§ 5. — <i>Bibliographie.</i>	27
A) Description du Dahomey. Voyages, histoire, ethnographie, 27. — B) Phénomènes actuels au Dahomey, 31. — C) Météorologie du Dahomey, 31. — D) Entomologie au Dahomey, 31. — E) Botanique du Dahomey, 32. — F) Géologie, Minéralogie de la colonie du Dahomey, 32. — G) Géologie des régions voisines du Dahomey, 33. — H) Géographie physique, Géologie, Minéralogie générales, 34.	

DEUXIÈME PARTIE

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE, GÉOLOGIE, MINÉRALOGIE

LIVRE PREMIER

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE

MÉTÉOROLOGIE

III. — CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.	39
Météorologie théorique.	42
Hubert	36

Température, 42. — Vents, 43. — Pluies, 46. — Etat hygrométrique, 47.	
V. — DISCUSSION DES CHIFFRES RECUEILLIS.	49
La température.	49
Variations saisonnières, 51. — Variations diurnes, 59. — Variations annuelles, 60.	
Vents.	61
Mousson, 61. — Harmattan, 62. — Brise de mer, 63. — Vents locaux, tornades, 64.	
Précipitations atmosphériques.	64
Considérations générales, 64. — Influences locales, 69. — Quantités d'eau tombées, 70. — Variations de longue durée, 73. — Grêle, 74.	
Brouillards et brumes.	74
Pression atmosphérique. Orages.	75
Etat hygrométrique.	76
Nébulosité.	76
Limpidité de l'atmosphère.	77
Séismes.	77
Zones climatiques.	77

ROLE DES AGENTS EXTÉRIEURS

V. — L'ATMOSPHÈRE.	80
§ 1 ^{er} . — <i>Phénomènes d'insolation</i>	80
Chaleur reçue, 80. — Action sur les roches meubles, 81. — Action sur les roches compactes, 81.	
§ 2. — <i>Phénomènes de déflation</i>	84
§ 3. — <i>Phénomènes de transport</i>	85
Dunes maritimes, 85 — Dunes continentales, 86. — Roches éoliennes, 86.	
§ 4. — <i>Action de la foudre</i>	87
VI. — LES EAUX SUPERFICIELLES.	88
§ 1 ^{er} . — <i>Actions chimiques</i>	88
Phénomènes d'oxydation et d'hydratation.	88
Roches éruptives, 89. — Quartzites, 89. — Grès, 89. — Terre de barre, 90.	
Phénomènes de décomposition et de dissolution	91
Roches feldspathiques	91
A) Roches acides, 92. — B) Roches basiques, 96.	
Quartzites.	97
Grès.	100
Calcaires.	100
Phénomènes de dépôt.	101

	Pages
Carbonate de chaux.	101
Hydrates de fer.	102
Conglomérat ferrugineux, 103. — Grès ferrugineux, 109. — Dépôts de fleuve, 110. — Couches concrétionnées, 111. — Nodules ferrugineux, 111. — Limonite pisolitique, 112.	
Hydrate d'alumine.	112
Dépôts d'origine physique.	113
A) Grès, 113. — B) Terre de barre, 113.	
§ 2. — <i>Le modelé par les eaux sauvages.</i>	117
Action sur les roches meubles, 117. — Grès, 118. — Quartzites, 120. — Granites et gneiss, 121.	
Modelé typique de chaque région.	122
Grès, 122. — Quartzites, 122. — Granites et gneiss, 122. — Conglomérat ferrugineux, 123. — Terre de barre, 125. — Sable, 125. — Argiles, 125.	
§ 3. — <i>Les eaux courantes, leur régime.</i>	126
Les eaux souterraines.	126
Perméabilité du sol, 126. — Puits, 127. — Sources, 129.	
Régime hydrologique.	133
Accidents du cours des rivières.	137
Actions destructrices.	138
Action sur les roches meubles, 138. — Action sur les calcaires, 138. — Action sur les grès, 139. — Action sur les quartzites, 139. — Action sur les granites et les gneiss, 142. — Action sur les roches éruptives basiques, 147.	
Travail d'édification.	148
Dépôts chimiques, 148. — Dépôts d'éléments meubles, 148. — Dépôts d'éléments figurés, 152.	
Marais.	152
Evolution du réseau hydrographique de chacun des trois grands bassins.	153
1 ^o Bassins côtiers, 154. — 2 ^o Bassin du Niger, 158. — 3 ^o Bassin de la Volta, 160. — Influence des accidents du relief, 162.	
VII. — LA MER.	164
§ 1 ^{er} . — <i>Relief sous-marin.</i>	164
Relief général, 164. — Région néritique, 165. — Région bathyale, 166. — Région abyssale, 166.	
§ 2. — <i>Déplacements mécaniques des eaux.</i>	167
Les courants marins.	167
Les marées.	167
La barre.	170
La houle, 170. — Influence de la houle sur le relief sous-	

marin, 171. — Influence du relief sous-marin sur les masses liquides, 172. — Action de l'onde réfléchie, 173. — Analyse des actions superficielles, 174. — Variations des actions superficielles, 176. — Conclusions, 177.	
§ 3. — <i>Travail de la mer</i>	179
Le cordon littoral.	179
A) Actions édifcatives de la mer	179
Etablissement du cordon littoral, 179. — Allure du cordon littoral, 181.	
B) Actions destructrices de la mer.	182
C) Caractéristiques du cordon littoral.	183
Variété d'allure du cordon littoral, 183. — Variations du cordon littoral dans le temps, 183. — Constitution du cordon littoral, 185.	
Les lagunes.	185
Caractères généraux, 185. — Marées, 187. — Salure, 187. — Constitution, 188. — Communications avec la mer, 188.	
VIII. — ACTIONS PHYSIOLOGIQUES.	193
§ 1 ^{er} . — <i>Formations charbonneuses</i>	194
§ 2. — <i>Formations latéritiques</i>	196
§ 3. — <i>Formation d'azotates</i>	200
§ 4. — <i>Formation de soufre</i>	201
§ 5. — <i>Phosphorescence</i>	202
§ 6. — <i>Action des animaux</i>	203

LIVRE DEUXIÈME

GÉOLOGIE

GÉOLOGIE DESCRIPTIVE

IX. — LES FORMATIONS SÉDIMENTAIRES DE LA RÉGION COTIÈRE.	209
§ 1 ^{er} . — <i>Considérations générales</i>	209
§ 2. — <i>La côte et ses dépendances immédiates</i>	210
Alluvions littorales.	210
Alluvions fluviales.	212
A) Delta de l'Ouémé.	212
B) Cours du bas Mono.	213
Embouchure à Athiémé, 213. — Athiémé à Aho, 216. — En amont d'Aho, 216.	
§ 3. — <i>Régions de la terre de barre</i>	219
Région d'Allada, 219. — Région de Porto-Novo, 221. — Régions voisines, 222.	

	Pages
§ 4. — <i>Régions des plateaux gréseux</i>	223
Plateau des Adjias.	223
A) De Séhoumi à Bopa, 223. — B) De Bopa à Sahoué-Doutou, Onhoué et Sé, 223. — C) Bopa vers Voun, 228.	
Plateau de Dogba.	229
§ 5. — <i>Région marécageuse (Lama)</i>	231
Gisements de la voie ferrée, 233. — Gisements du pays des Tchis, 235. — Gisement de Pendji, 235. — Gisement de la rivière Sazué, 237. — Gisement de Missinicondji, 239. — Gisement d'Akpé, 242. — Age de la formation, 242. — Etendue, origine, 245.	
Les régions voisines de la Lama.	246
A) L'Ouémé entre Ouéméto et Dogba.	246
B) Régions situées à l'est du Mono.	247
1 ^o Dépressions marécageuses, 247. — 2 ^o Régions sablonneuses, 249. — 3 ^o Terrasses de galets, 249. — Affinités de la Lama et des régions voisines, 250.	
§ 6. — <i>Résumé et conclusions</i>	251
X. — LES MASSIFS CRISTALLINS DE LA RÉGION CENTRALE. . .	253
§ 1 ^{er} . — <i>Considérations générales</i>	253
§ 2. — <i>Le moyen Mono</i>	256
A) Le Mono, d'Aloivicoté au rapide d'Adjarala.	256
B) D'Oumkémé à Dossouhoué.	262
Oumkémé à Parahoué, 263. — Parahoué à Thoun, 264. — Thoun à Dossouhoué, 266.	
§ 3. — <i>Le haut Couffo</i>	270
A) De Houétan au gléta de Sahouamé, 270. — B) Route d'Avé-gamé à Agouna, 271.	
§ 4. — <i>Les plateaux d'Abomey et de Zagnanado</i>	273
A) Plateau d'Abomey.	274
Eperon méridional, 274. — Plaine environnante, 277. — Monts de Badagba, 280.	
B) Plateau de Zagnanado.	282
Du Zou à l'Ouémé, 282. — Région au nord de Zagnanado, 283.	
§ 5. — <i>La chaîne de Baffo et les massifs au sud de Paouignan</i> . .	285
Chaîne de Baffo, 285. — Région de Paouignan, 287.	
§ 6. — <i>La chaîne des Dassas</i>	290
§ 7. — <i>Les chaînes de Fita et de Tchagui</i>	292
Chaîne de Fita, 292. — Chaîne de Tchagui, 293. — D'Agou-agon à Savalou, 294.	
§ 8. — <i>Les collines de Lamma</i>	296
§ 9. — <i>La région de Savalou</i>	297
Monts de Savalou, 297. — Savalou à Djaloucou, 301.	

	Pages
§ 10. — <i>La région de Djaloucou</i>	304
Monts de Djaloucou, 304. — Djaloucou à Agouna, 304.	
§ 11. — <i>La région Tchetti-Bassila</i>	308
§ 12. — <i>Les monts de Tiho et d'Acalampa</i>	312
§ 13. — <i>La région Savé-Diguidirou</i>	314
Monts de Savé, 314. — Diho à Diguidirou, 316. — Monts de Diguidirou, 319.	
§ 14. — <i>Les monts Delcassé</i>	321
§ 15. — <i>La région Nikki-Sinendé</i>	325
De Diguidirou à Dérassi, 325. — Région de Kidaroupérou, 325.	
Dunkassa à Bessaroupérou	329
Région de Sinendé.	330
Monts d'Quénoubérou, 330. — Dômes gneissiques, 332. — Hauteurs de conglomérat ferrugineux, 334.	
§ 16. — <i>La région de Kandi et de Banikoara</i>	337
§ 17. — <i>La région de Djougou</i>	341
Pays de Séméré, 341. — Pays de Djougou, 342.	
§ 18. — <i>Résumé et conclusions</i>	347
XI. — LE MASSIF DE L'ATACORA ET LA VALLÉE DU NIGER	350
§ 1 ^{er} . — <i>Considérations générales</i>	350
§ 2. — <i>La zone des quartzites</i>	352
Caractères généraux de l'Atacora, 352. — Versant sud-oriental de l'Atacora, 357. — Versant nord-occidental de l'Atacora, 361. — Partie centrale de l'Atacora, 361. — La région du W, 363. — De l'embouchure de la Tapoa à Kirtachi, 369. — Kirtachi à Say, 373.	
§ 3. — <i>Les formations cristallines du nord</i>	376
Say à Tilly, 379. — Tilly à Niamey, 379. — Niamey à Goudel, 380. — Goudel à Karma, 384. — Karma à Sansan-Haoussa, 386. — Fandobo à Balati, 388. — Balati à Dembou-Sakofondo, 389. — Dembou-Sakofondo à Lamordé, 389. — Lamordé à Goubel, 391. — Région d'Youri, 393. — Youri à Say, 395. — Say à Diapaga, 397.	
§ 4. — <i>Les plateaux gréseux du sud</i>	399
Pékinga à Gaya et à Guéné, 400. — Guéné à Zougou, 403	
§ 5. — <i>Résumé et conclusions</i>	409
XII. — LE GOURMA.	412
§ 1 ^{er} . — <i>Considérations générales</i>	412
§ 2. — <i>Le plateau gréseux</i>	413
§ 3. — <i>Les massifs cristallins</i>	421
A) La région de Mardaga.	421
B) La région de Pania et l'Yanga.	423

	Pages
C) La ligne de partage des eaux.	427
XIII. — LES RÉGIONS VOISINES DU DAHOMEY.	432

STRATIGRAPHIE ET TECTONIQUE

XIV.	440
§ 1 ^{er} . — <i>Stratigraphie</i>	440
§ 2. — <i>Tectonique. — Les grandes zones de plissements</i>	443

LIVRE TROISIÈME

MINÉRALOGIE

XV. — PÉTROGRAPHIE.	439
ROCHES ÉRUPTIVES	460
§ 1 ^{er} . — <i>Famille des granites</i>	460
Granites calco-alcalins.	460
Granite d'Azoé-Sota (près d'Abomey), 460. — Granite de Hogon, 461. — Granite de Lamma, 461. — Granite à amphibole, 463. — Granite à pyroxène, 463. — Greisen, 464. — Pegmatites, 464. — Granulites, 464.	
Microgranites calco-alcalins.	463
Microgranite de Tchagui, 463. — Microgranite du Louto, 463. — Microgranite de Diapaga, 466.	
Granites alcalins.	466
Granite de Fita, 466.	
Microgranite alcalin.	467
Microgranite de Fita, 467.	
§ 2. — <i>Famille des diorites</i>	469
Microdiorites.	471
§ 3. — <i>Famille des gabbros</i>	472
§ 4. — <i>Famille des diabases</i>	473
ROCHES MÉTAMORPHIQUES.	479
§ 5. — <i>Gneiss acides</i>	480
Gneiss granitoïde, 480. — Gneiss granulitiques, 481. — Leptynites, 483. — Gneiss normaux ou feuilletés, 483. — Gneiss acides à pyroxène, 484. — Gneiss granitoïdes à amphibole, 485.	
§ 6. — <i>Gneiss basiques</i>	486
Gneiss amphiboliques, 486. — Gneiss amphiboliques et pyroxéniques, 488. — Gneiss à scapolite, 490. — Amphibolites, 491. — Pyroxénites, 492.	

	Pages
§ 7. — <i>Schistes métamorphiques</i>	493
Schistes amphiboliques, 493 — Schistes micacés et feldspathi- sés, 494.	
§ 8. — <i>Micaschistes</i>	496
Micaschistes normaux, 496. — Micaschistes feldspathiques, 496.	
§ 9. — <i>Quartzites</i>	498
Quartzites normaux, 498. — Quartzites feldspathiques, 498. — Quartzites à diopside, 498.	
§ 10. — <i>Cipolins</i>	500
ROCHES CLASTIQUES.	502
§ 11. — <i>Girès</i>	502
§ 12. — <i>Résumé et conclusions</i>	503
XVI. — MINÉRALOGIE PROPREMENT DITE.	507
§ 1 ^{er} . — <i>Les espèces minérales recueillies</i>	507
§ 2. — <i>Les produits minéraux exploités</i>	512

TROISIÈME PARTIE

RELATIONS BIOGÉOGRAPHIQUES

XVII. — RÉPARTITION DE QUELQUES ESPÈCES VÉGÉTALES TYPI- QUES. — LES GRANDES ZONES BOTANIQUES.	522
XVIII. — RÉPARTITION DE QUELQUES ESPÈCES ANIMALES.	531
§ 1 ^{er} . — <i>Distribution des tsé-tsé. — Leur influence sur la répar- tition des équidés et des bovidés</i>	532
§ 2. — <i>Répartition des animaux à coquille</i>	534
XIX. — ESQUISSE ETHNOGRAPHIQUE.	536
§ 1 ^{er} . — <i>Les Races</i>	537
§ 2. — <i>Influence des caractères géographiques sur la réparti- tion des races</i>	542
§ 3. — <i>Influence des caractères géographiques sur l'établisse- ment des villages</i>	547
1 ^o Moyens de défense.	547
Utilisation des fleuves, lagunes, lacs et marais, 547. — Utili- sation du relief, 548. — Utilisation de la végétation, 549.	
2 ^o Moyens de subsistance.	549
3 ^o Conclusions.	550
XX. — RÉSUMÉ GÉNÉRAL.	555
Géographie générale, 556. — Topographie, 557. — Météorologie, 557. — Géographie physique, 557. — Géologie, 558. — Pétro- graphie, 559. — Minéralogie, 559. — Botanique, 559. — Ethno- graphie, 560.	

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

BOTANIQUE. — Géographie botanique du Dahomey.

MINÉRALOGIE. — Gîtes calaminaires de la Tunisie.

VU ET APPROUVÉ :

Paris, le 11 mai 1908

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

PAUL APPELL.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :

Paris, le 11 mai 1908

Le Vice-recteur de l'Académie de Paris,

L. LIARD.

